

TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

MEMÒRIA

Estudiant: Marc Bargués Sentís

Titulació: Grau en Enginyeria Mecànica


Títol de Treball Final de Grau: Disseny de la tremuja i sistema de dosificació d'una minisembradora a raig per a sembra directa


Director/a: Joan Roca i Enrich

Presentació

Mes: Juliol

Any: 2021

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 2 de 80

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 3 de 80

Full identificatiu

Títol del projecte

Disseny de la tremuja i sistema de dosificació d'una sembradora a raig per a sembra directa.

Dades de l'autor

NOM: Marc

COGNOMS: Bargués Sentís

DNI: 47686952-V

ADREÇA: C/Les Eres, 10 Alfés (Lleida)

TELÈFON: 635954698

ADREÇA CORREU ELECTRÒNIC: mbs28@alumnes.udl.cat


Dades del director


NOM: Joan

COGNOMS: Roca Enrich

DEPARTAMENT: Departament d'informàtica i enginyeria industrial


ADREÇA CORREU ELECTRÒNIC: joan.rocaenrich@udl.cat

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 4 de 80

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 5 de 80

Índex

1.	Memòria.....	10
1.1.	Objectiu.....	10
1.2.	Abast.....	11
1.3.	Antecedents.....	12
1.3.1.	La sembra.....	12
1.3.2.	Màquines de sembrar.....	13
1.3.3.	Components de les màquines de sembrar.....	16
1.3.4.	Procediment de sembra.....	22
1.4.	Normativa.....	25
1.5.	Anàlisi de necessitats.....	26
1.6.	Disseny de la sembradora al inici del projecte.....	27
1.7.	Anàlisi de requeriments.....	28
1.8.	Tremuja.....	30
1.8.1.	Primers dissenys conceptuals de la tremuja.....	30
1.8.2.	Primers dissenys de detall.....	33
1.8.3.	Revisió del disseny.....	42
1.8.4.	Modificacions segons revisió.....	43
1.8.5.	Segona revisió del disseny de detall.....	49
1.8.6.	Millores del disseny de detall.....	50
1.8.7.	Parametrització del disseny.....	52
1.9.	Dosificació.....	56
1.9.1.	Elecció d'un dosificador comercial.....	56
1.9.2.	Banc de proves dosificador.....	59
1.9.3.	Proves realitzades amb el dosificador.....	61
1.9.4.	Càlculs del dosificador provat.....	65
1.9.5.	Càlcul de les relacions de transmissió.....	67
1.10.	Sistema de transmissió.....	74
1.10.1.	Disseny conceptual del sistema de transmissió.....	74
1.11.	Conclusions.....	77
1.12.	Bibliografia.....	78

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA		
	Autor: Marc Bargués Sentís		
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina:	6 de 80

Índex de Figures

Figura 1.	Procés de sembra.	12
Figura 2.	Abonadora Kuhn MDS 20.2.	13
Figura 3.	Sembradora en línia convencional.	14
Figura 4.	Sembradora en línia muntada davant el tractor en què és necessari després enterrar la llavor.	14
Figura 5.	Sembradora a cops de la casa Gaspardo.	15
Figura 6.	Sembradora mono gra de precisió de la casa Gaspardo.	15
Figura 7.	A-Tremuja única amb una sortida. B-Tremuja única amb múltiples sortides. C-Tremuges individuals	16
Figura 8.	1-Tremuja única amb una sortida en una màquina plegable.	16
Figura 9.	1-Tremuja única amb múltiples sortides.	17
Figura 10.	1-Tremuges individuals en una sembradora mono gra.	17
Figura 11.	Dosificador a raig. 1-Entrada de llavor. 2-Roda dentada. 3-Sortida de llavor.....	18
Figura 12.	Dosificador mono gra. 1-Entrada de llavor. 2-Plat dosificador. 3-Sortida de llavor.	18
Figura 13.	Roda tipus aranya.	19
Figura 14.	Variador de velocitat.	20
Figura 15.	1-Conducció formata per molles metàl·liques.	20
Figura 16.	1-Conducció formata per tubs de plàstic telescòpics.	21
Figura 17.	1-Conducció formata per tubs de plàstic flexibles.	21
Figura 18.	Tren de sembra d'una sembradora mono gra de la casa Kuhn.	22
Figura 19.	1-Petita grada per preparar el terreny.	22
Figura 20.	Netejadors de rostoll.	23
Figura 21.	Tallador de rostoll.	23
Figura 22.	Sistemes d'obertura de solc.	24
Figura 23.	Mecanismes per tapar el solc.	24
Figura 24.	Disseny inicial de la sembradora.	27
Figura 25.	Tremuja de 7 compartiments amb dos files. 1-Compartiments individuals. 2-Sortides de llavor en pla inclinat.	30
Figura 26.	Tremuja de 7 compartiments en línia. 1-Compartiments individuals. 2-Sortides de llavor en pla inclinat.	31
Figura 27.	1-Tremuja dividida en dos. 2-Sortides de llavor amb pla inclinat.	32
Figura 28.	Tremuja de dos compartiments 1-Separador oscil·lant. 2-Xapa inclinada entre sortides.	33
Figura 29.	A l'esquerra, tremuja de quatre sortides. A la dreta, peces que formen el disseny. ...	33
Figura 30.	Detall de les pestanyes d'unió amb els reblons.	34
Figura 31.	Detall dels separadors extraïbles que divideixen la tremuja.	34
Figura 32.	Posicionat de les dos tremuges damunt del xassís.	35
Figura 33.	Tremuja única amb dos compartiments.	35
Figura 34.	Desalineament de les sortides de la llavor.....	36
Figura 35.	Disseny dels suports laterals de la tremuja.	36
Figura 36.	Boixes per a la transmissió del moviment giratori als dosificadors.	37
Figura 37.	Detall de la fixació d'una corona dentada a la caixa.	37
Figura 38.	Detall del cargol que transmet el moviment de la caixa a l'arbre dels dosificadors. ...	38
Figura 39.	Detall del cargol que regula la posició axial de l'arbre dels dosificadors.	38
Figura 40.	Palanques de regulació de les llengües inferiors dels dosificadors.	39
Figura 41.	A l'esquerra, arbre dels dosificadors amb els forats pels passadors. A la dreta, arbre de regulació de llengües amb els avellanats.	39


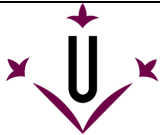

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA		
	Autor: Marc Bargués Sentís		
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina:	7 de 80


Figura 42.	A l'esquerra, detall de l'encaix de la tapa dels suports. A la dreta, imatge de la tapa sencera.	40
Figura 43.	Peces que formen la tapa de la tremuja.	40
Figura 44.	Detall d'una de les barres que fa bascular la tapa amb els casquets als punts de gir...	41
Figura 45.	Imatge del disseny sencer de tota la tremuja.	41
Figura 46.	Criteri de disseny per fer les pestanyes de reblonat.	43
Figura 47.	Dimensió que s'acorda per fer les pestanyes de reblonat.	43
Figura 48.	A l'esquerra, peça individual que forma cada baixant. A la dreta, unió dels baixants individuals amb escaires.	44
Figura 49.	Unió de les files de baixants amb un separador principal.	44
Figura 50.	Disseny de les peces frontals amb la part superior en vertical.	45
Figura 51.	Disseny de les peces laterals amb una pestanya per adaptar-hi els suports.	45
Figura 52.	Detall dels escaires que fixen els laterals.....	46
Figura 53.	Disseny de dos reforços centrals.	46
Figura 54.	Detall de l'escaire per articular la tapa. També podem observar l'armella per col·locar el limitador d'obertura de la tapa.	47
Figura 55.	Disseny del lateral de la tapa amb les pestanyes d'unió i el passador que farà de frontissa.....	47
Figura 56.	Detall on es mostra el reforç de la tapa i les zones planes de la base.	47
Figura 57.	Detall on s'observa l'armella de la tapa i els escaires d'unió entre els laterals i el reforç.	48
Figura 58.	Detall del disseny de la tremuja.	48
Figura 59.	Disseny final de la tremuja amb la tapa i els dosificadors muntats.	49
Figura 60.	Detall dels arrodoniments fets als vèrtex de les sortides de llavor.	50
Figura 61.	Detall de l'acabat de dos pestanyes consecutives en una xapa plegada.	50
Figura 62.	Detall de l'acabat a l'extrem d'un plec.	51
Figura 63.	Detall dels separadors de guillotina amb les guies on encaixen.	51
Figura 64.	Paràmetre que defineix la distància del primer i últim forat.	53
Figura 65.	Paràmetres pel número de forats de cada pestanya.	53
Figura 66.	Paràmetre que adapta els angles entre dos pestanyes consecutives.....	54
Figura 67.	A l'esquerra, angle que formen dos peces baixants consecutives. A la dreta, angle de l'escaire d'unió que s'adapta al mateix valor.	54
Figura 68.	Dosificador de la casa Gaspardo.	56
Figura 69.	1-Poca obertura. 2-Obertura mitjana. 3-Obertura total.....	56
Figura 70.	1-Poca obertura. 2-Obertura mitjana. 3-Obertura total.....	57
Figura 71.	1-Poca obertura. 2-Obertura mitjana. 3-Obertura màxima.....	58
Figura 72.	1-Entalles per llavor de mida gran. 2-Dents per llavors de mida molt petita.....	58
Figura 73.	1-Tapa en posició oberta. 2-Tapa en posició tancada.	59
Figura 74.	Banc de proves pel dosificador de la casa Solà.	60
Figura 75.	Mecanismes d'utilització i regulació del banc de proves.	61
Figura 76.	Imatge d'una de les proves fetes amb el dosificador.....	64
Figura 77.	Mesura de la massa de llavor d'una de les proves.	65
Figura 78.	Posició alta de la roda principal de la màquina. Els braços de sembra es claven a terra.	74
Figura 79.	Posició baixa de la roda principal de la màquina. Els braços de sembra queden enlairats.	75
Figura 80.	A l'esquerra, contacte entre les dos rodes amb la posició alta. A la dreta, separació entre les dos rodes amb la posició baixa.	75
Figura 81.	Esquema de la inversió de gir entre una roda i l'altra. Totes les velocitats tangencials de la roda principal amb referència a la màquina son iguals.	76

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA		
	Autor: Marc Bargués Sentís		
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina:	8 de 80

Índex de taules

Taula 1.	Paràmetres introduïts al conjunt tremuja sense tapa.....	52
Taula 2.	Paràmetres introduïts al conjunt tapa.....	52
Taula 3.	Posicions de la roda dentada per fer les proves.....	62
Taula 4.	Posicions de la llengua inferior per fer les proves.....	63
Taula 5.	Relacions de reducció obtingudes amb l'ordi.....	68
Taula 6.	Relacions de reducció obtingudes amb blat.....	68
Taula 7.	Relacions de reducció obtingudes amb les veces.....	69
Taula 8.	Relacions de reducció obtingudes amb els pèsols.....	69
Taula 9.	Quantitats de sembra obtingudes amb ordi.....	71
Taula 10.	Quantitats de sembra obtingudes amb blat.....	71
Taula 11.	Quantitats de sembra obtingudes amb veces.....	72
Taula 12.	Quantitats de sembra obtingudes amb pèsols.....	72

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 9 de 80

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 10 de 80


1. Memòria

1.1. Objectiu

L'objectiu principal d'aquest Treball de Final de Grau (TFG) és el disseny d'una tremuja per a un prototip de sembradora. A més, també es pretén dissenyar tot el sistema de dosificació de la llavor a partir d'un dosificador comercial i el sistema de transmissió que el farà funcionar.

Aquesta màquina pretén ser un disseny especial de sembradora, inexistent al mercat, destinada a fer proves de cereals, alfals i lleguminoses.

El propòsit de fer aquest treball, rau en l'ofertament del director per col·laborar en un projecte universitari mes ampli, consistent en el disseny i la fabricació de la sembradora sencera.

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 11 de 80

1.2. Abast

Aquest treball pretén ser la continuació d'altres projectes de més envergadura. En el moment de la realització del TFG, la màquina ja compta amb algunes parts dissenyades i, fins i tot, alguna de fabricada. D'aquesta manera, amb la realització d'aquest treball no es pretén dissenyar la totalitat de la màquina, ni tampoc arribar a la seva fabricació, sinó dissenyar una tremuja per aquest prototip de sembradora i el sistema de dosificació de la màquina.

Per tenir ben clar l'abast i limitacions del treball i poder fer una planificació temporal del que es vol fer, definirem els passos a seguir de la següent manera:

- Anàlisi de necessitats: Es farà una breu anàlisi de les necessitats que ha de cobrir la màquina que es vol dissenyar.
- Anàlisi de l'estat actual: Es detallaran màquines similars que hi pot haver al mercat i quines necessitats cobreixen.
- Anàlisi de requeriments de la sembradora: Per tal de saber el tipus de sembradora que es vol dissenyar, es farà un anàlisi dels requeriments i característiques que es demana que tingui la màquina.
- Esbós i disseny general: Es realitzaran els primers esbossos de la tremuja i del sistema de dosificació.
- Disseny dels diferents grups constructius: Disseny per separat de la tremuja, la seva tapa, el sistema de dosificació i la transmissió que el farà funcionar.
- Selecció dels elements comercials: Elecció i justificació dels elements comercials que s'utilitzaran en el disseny.
- Proves de dosificació: Proves del dosificador comercial elegit amb diferents tipus de llavors.
- Disseny de detall: Disseny de detall de totes les peces que s'hauran de fabricar.
- Documentació tècnica: Plànols, plec de condicions, llistats de peces, característiques dels materials.
- Pressupost: Càlcul del que costarà fer el prototip.

Per falta de temps, no s'ha pogut arribar al disseny del sistema de transmissió. Simplement s'han calculat les relacions necessàries entre la roda d'entrada i els arbres dels dosificadors de la màquina.

1.3. Antecedents

1.3.1. La sembra

La sembra és l'acció de col·locar les llavors al sòl adequadament amb la finalitat que aquestes germinin i creixi una planta. Antigament, aquesta era una tasca que feien els pagesos manualment o bé ajudats per animals a l'hora de llaurar la terra o enterrar la llavor (Salvá Ramos, 2016). Actualment, la mecanització de l'agricultura ha automatitzat totes les feines del camp, inclosa la sembra. Pel que fa al procés de sembra, podem diferenciar entre dos tipus:

i) Sembra convencional: S'anomena sembra convencional a la sembra que es practica després d'haver treballat la terra, normalment llaurant una o més vegades una profunditat aproximada de 10-20 cm. Aquesta terra llaurada, és la que després s'aprofita per sembrar-hi les llavors. Amb aquest mètode, s'aconsegueix l'alliberació de nutrients, el control de les plagues i s'homogeneïtza el camp de cultiu (Porras Jiménez i Gavilanes Toapanta, 2018).

ii) Sembra directa: És un sistema més modern de cultiu que consisteix en sembrar directament damunt el rostoll sense processos de llaurat, i els residus de la sega anterior queden a la superfície. La mateixa màquina obre un solc i introdueix la llavor a dins. Amb aquest mètode s'estalvia temps i combustible en llaurar la terra, però requereix més aplicació de productes fitosanitaris pel control de les plagues i més adobs (Mogorrón, 2016)

En general, el procés de sembra consta de les següents accions (Figura 1):

- i) Obrir el solc on s'ha de dipositar la llavor;
- ii) Dosificar i dipositar la llavor al solc;
- iii) Enterrar la llavor;
- iv) Comprimir la terra al voltant del solc, amb l'objectiu d'afavorir l'augment d'humitat al voltant de la llavor perquè aquesta pugui germinar.

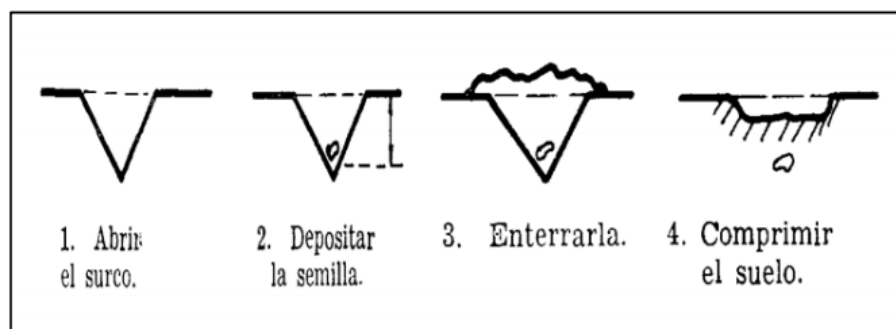
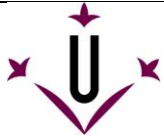


Figura 1. Procés de sembra. **Font:** Document investigació prèvia

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 13 de 80

1.3.2. Màquines de sembrar

Les màquines de sembra o sembradores, són un tipus de maquinària que té com a funció principal situar les llavors i el gra a la terra prèviament preparada per la mateixa màquina. Aquesta màquina és molt útil en el món agrícola, ja que permet agilitzar molt la sembra; realitzant-se d'una forma més eficient, estalviant temps i aprofitant els recursos. A més, les sembradores tenen per objectiu una precisa i correcta distribució de la llavor per tal d'aconseguir que les plantes creixin de manera uniforme dins el camp.

Es poden distingir quatre màquines de sembrar diferents (Salvá Ramos, 2016; Gaibor Velasco i Quillupangui López, 2018):

- i) Sembradora a l'atzar: Consisteix en llençar la llavor de manera uniforme damunt del sòl i, després, és necessari enterrar la llavor. Per aquest sistema de sembra a l'atzar, s'utilitza una màquina de llençar adob. Aquest sistema de sembra està pràcticament en desús.



Figura 2. Abonadora Kuhn MDS 20.2. **Font:** Pàgina Web de Kuhn

- ii) Sembradora en línia: Les sembradores en línia o a raig, col·loquen una certa quantitat de llavor de forma continua a cada línia de sembra. Aquestes, ofereixen una gran homogeneïtat i densitat de plantes. En aquest cas, podem diferenciar entre les màquines que obren el solc per col·locar la llavor a l'interior i, les que dipositen les línies de gra sobre el sòl i després enterren. Aquestes últimes ja estan pràcticament en desús.

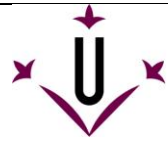


Figura 3. Sembradora en línia convencional. **Font:** Pàgina web de Solà



Figura 4. Sembradora en línia muntada davant el tractor en què és necessari després enterrar la llavor.
Font: Pàgina web de milanuncios

iii) Sembradora a cops: Consisteix en col·locar una quantitat de llavors a cada línia de sembra de forma intermitent, de tal manera que els grans quedin separats entre sí una distància constant. Aquestes màquines s'acostumen a utilitzar per a llavors de mida grans, com el panís, lleguminoses, gira-sol, etc.

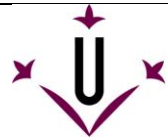
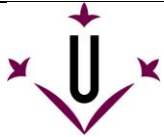


Figura 5. Sembradora a cops de la casa Gaspardo. **Font:** Pagina web de Maschio Gaspardo

iv) Sembradora mono gra o de precisió: Aquest tipus de sembradora és el mateix que la sembradora a cops, amb la diferència que enlloc de sembrar grups de llavors separats, sembra les llavors una a una, amb una distància determinada i exacta entre elles. En aquest cas, s'aconsegueix un gran estalvi de llavors.



Figura 6. Sembradora mono gra de precisió de la casa Gaspardo. **Font:** Pagina web de Maschio Gaspardo

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 16 de 80

1.3.3. Components de les màquines de sembrar

Les màquines de sembrar es componen de diversos elements que es detallen a continuació:

1.3.3.1. Tremuja

La tremuja és el dipòsit que conté la llavor de sembra. Aquesta es pot distingir entre tres tipus segons les sortides que tenen i la seva configuració. A la Figura 7, podem observar els diferents tipus.

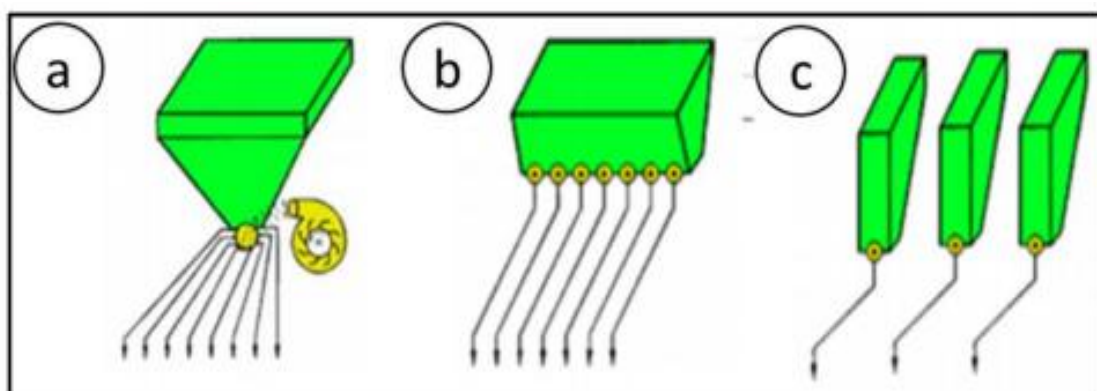
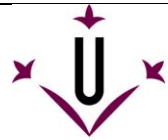


Figura 7. A-Tremuja única amb una sortida. B-Tremuja única amb múltiples sortides. C-Tremuges individuals **Font:** Document investigació prèvia.

i) Tremuja única amb una sortida: A la sortida que hi ha, s'utilitza un dosificador i un distribuïdor pneumàtic per repartir la llavor cap als braços de sembra. Aquest tipus s'utilitza normalment en màquines de molta amplada, ja que es necessari plegar la màquina per poder circular per la via pública.



Figura 8. 1-Tremuja única amb una sortida en una màquina plegable. **Font:** Pàgina web de John deere



ii) Tremuja única amb múltiples sortides: Cada sortida té un dosificador mecànic que alimenta una línia de sembra. Aquest tipus s'utilitza normalment en màquines no plegables, amb una amplada que permet la circulació per la via pública. Tenen unes dimensions d'alçada i profunditat petites, però l'amplada és pràcticament de costat a costat de màquina.



Figura 9. 1-Tremuja única amb múltiples sortides. **Font:** Pàgina web de Solà

iii) Tremuja individual: La tremuja té una sortida amb un dosificador i alimenta una sola fila. S'acostuma a utilitzar en màquines de sembra a cops o mono gra.

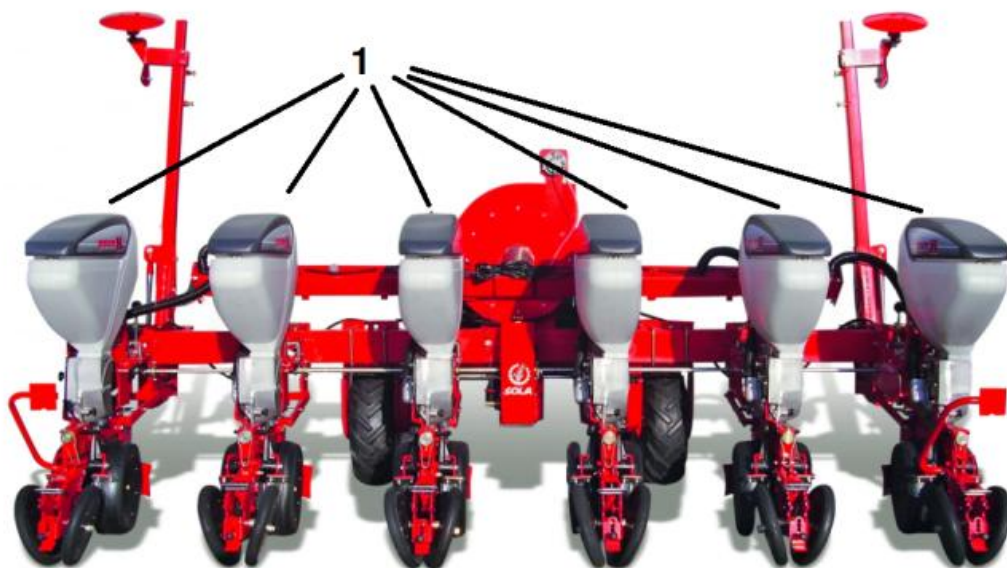
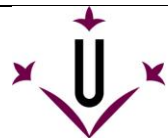


Figura 10. 1-Tremuges individuals en una sembradora mono gra. **Font:** Pàgina web de Solà



1.3.3.2. Dosificadors

Els dosificadors tenen la missió de poder regular la caiguda del gra. Podem distingir diferents tipus de dosificació:

i) Dosificació a raig: És un dosificador que proporciona una quantitat de llavor determinada, en funció de l'obertura i la velocitat a que gira la roda dentada. A la sortida del dosificador, el que obtenim és un "raig" uniforme de llavor. Aquest tipus de dosificador és adequat per cereals d'hivern (ordi, blat, pèsol,...), i també per cultius farratges (festuca, ray-grass,...).

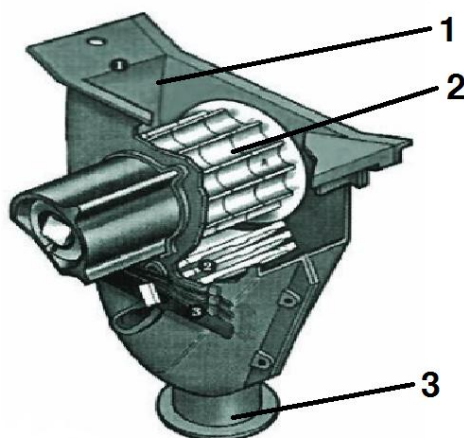


Figura 11. Dosificador a raig. 1-Entrada de llavor. 2-Roda dentada. 3-Sortida de llavor. **Font:** Aulavirtual.agro.unlp.edu.ar

ii) Dosificació mono gra: El tambor del dosificador agafa la llavor de gra en gra i l'allibera a la sortida un després de l'altre. Aquest tipus de dosificador s'utilitza en llavors de mida més gran com el panís, el gira-sol, la soja, etc.

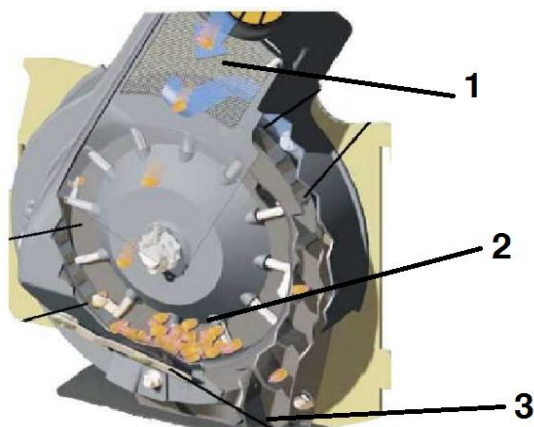
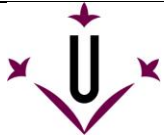


Figura 12. Dosificador mono gra. 1-Entrada de llavor. 2-Plat dosificador. 3-Sortida de llavor. **Font:** Aulavirtual.agro.unlp.edu.ar

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 19 de 80

1.3.3.3. Sistema de transmissió

En les màquines de sembra, es requereix un sistema de transmissió per sincronitzar l'avanç de la màquina amb el gir dels dosificadors. Aquest sistema crea una relació entre la superfície conreada i la llavor que hi apliquem. Normalment aquesta transmissió consisteix en un sistema de corretges, cadenes o engranatges provinents de les rodes de la màquina. També hi ha màquines que incorporen un braç amb una roda metàl·lica "roda tipus aranya", que gira solidaria amb el terra i proporciona el gir a la transmissió (Alfaro García, 2014).



Figura 13. Roda tipus aranya. **Font:** Pàgina web de Solà

- i) Relació de transmissió fixa: Si la relació de transmissió és fixa, la regulació de la llavor que es sembra es fa únicament amb l'obertura de la roda dentada del dosificador.
- ii) Relació de transmissió variable: La transmissió disposa d'algun mecanisme que permet canviar la relació de transmissió. Aquest mecanismes poden ser caixes de canvis d'engranatges, variadors de velocitat i transmissió per cadena o corretja dentada amb rodes intercanviables.



Figura 14. Variador de velocitat. **Font:** Pàgina web de Solà

1.3.3.4. Baixada de la llavor

La baixada de la llavor des de la tremuja fins al sol pot ser lliure o acompanyada.

- i) Baixada lliure: En el cas de les sembradores a l'atzar o de les sembradores en línia muntades davant el tractor, la llavor cau damunt el sol per ser enterrada posteriorment, normalment amb un cultivador o un rasclet.
- ii) Baixada acompanyada: En la resta de sembradores, s'utilitza algun tipus de conducte per guiar la llavor des de la sortida del dosificador fins a la part posterior de la bota de sembra. D'aquesta manera, la llavor queda introduïda dins el solc. Aquests conductes poden ser tubs de plàstic flexible, tubs telescòpics o molles metàl·liques



Figura 15. 1-Conductes formats per molles metàl·liques. **Font:** Pàgina web de Solà

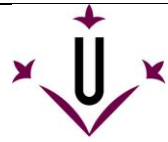


Figura 16. 1-Conduïtes formats per tubs de plàstic telescòpics. **Font:** Pàgina web de Solà



Figura 17. 1-Conduïtes formats per tubs de plàstic flexibles. **Font:** Pàgina web de Solà

3.3.5. Tren de sembra

Els trens de sembra són els braços encarregats d'obrir el solc per introduir la llavor al seu interior, tancar el solc, i si convé, preparar el terreny.

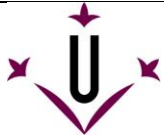
 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 22 de 80



Figura 18. Tren de sembra d'una sembradora mono gra de la casa Kuhn. **Font:** Pàgina Web de Kuhn

1.3.4. Procediment de sembra

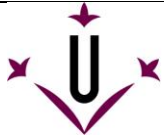
1.3.4.1. Preparació de terreny

Les màquines de sembra convencional acostumen a tenir una petita grada davant els braços de sembra, amb la finalitat de preparar el terreny.



Figura 19. 1-Petita grada per preparar el terreny. **Font:** Pàgina web de Solà

Les màquines de sembra directa són les que acostumen a tenir una part del tren de sembra dedicada a preparar el terreny, ja que acostuma a haver restes de rostoll (restes vegetals del cultiu anterior) damunt del sol a conrear. Aquest sistemes poden ser de dos tipus:

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 23 de 80

i) Netejadors de rostoll: La seva funció es apartar les restes vegetals de la línia de sembra, afavorint la insolació de la zona sembrada i per tant un augment de temperatura (ideal per a zones de amb baixa temperatura). Pel seu bon funcionament, necessiten un mínim de 30 cm de separació entre línies de sembra.

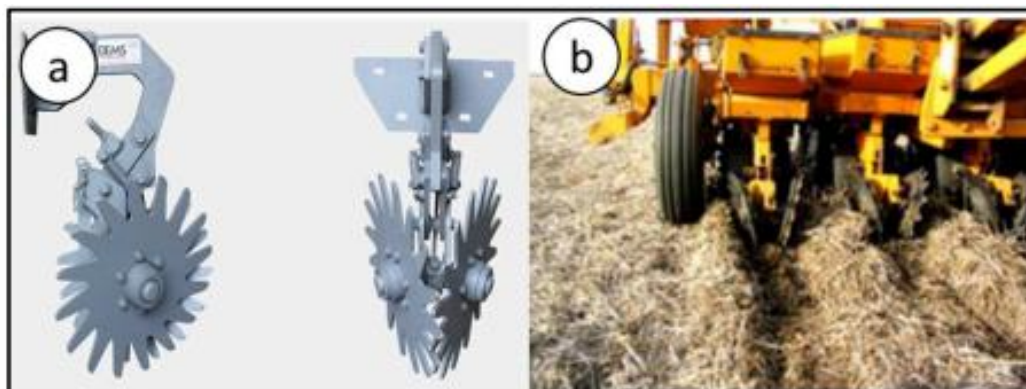


Figura 20. Netejadors de rostoll . **Font:** Document investigació prèvia

ii) Talladors de rostoll: Es tracta d'un disc circular de tall recte o ondulat que talla el rostoll i marca la línia de sembra.

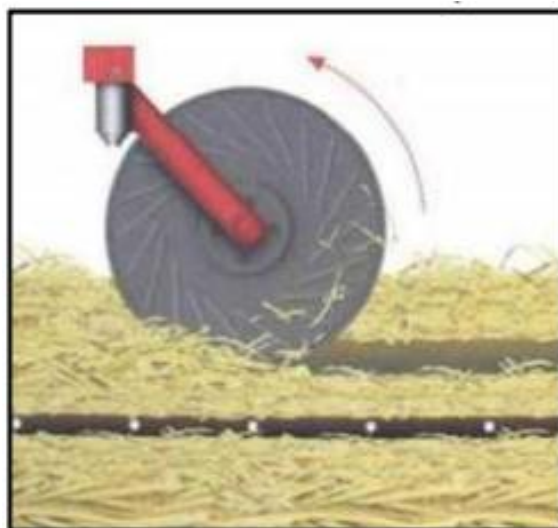


Figura 21. Tallador de rostoll. **Font:** Document investigació prèvia

1.3.4.2. Obertura del solc

Per obrir el solc, els trens o braços de sembra poden disposar de diferents sistemes, disc, disc doble, rella, etc. (Figura 19). A la part posterior sempre hi ha un tub metàl·lic on va connectat el conducte de baixada. Aquest tub allibera la llavor dins el solc.

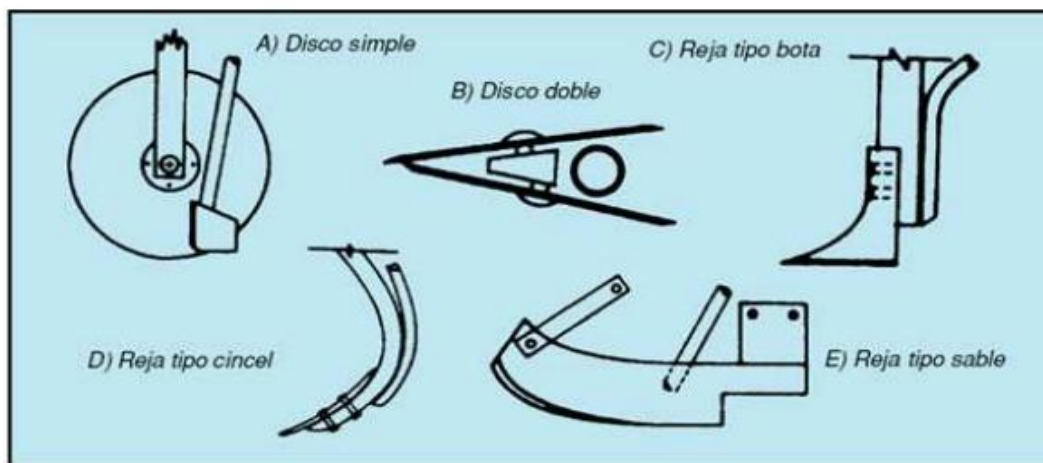


Figura 22. Sistemes d'obertura de solc. **Font:** Document investigació prèvia

En les màquines de sembra directa, té molta importància la pressió que els braços fan cap a terra, ja que el terreny acostuma a tenir una duresa considerable.

1.3.4.3. Tancament del solc

Després de dipositar la llavor, és important tancar el solc. Els mecanismes per fer-ho poden ser dits flexibles, discos simples o dobles, roda compactadora simple o doble (Figura 20).

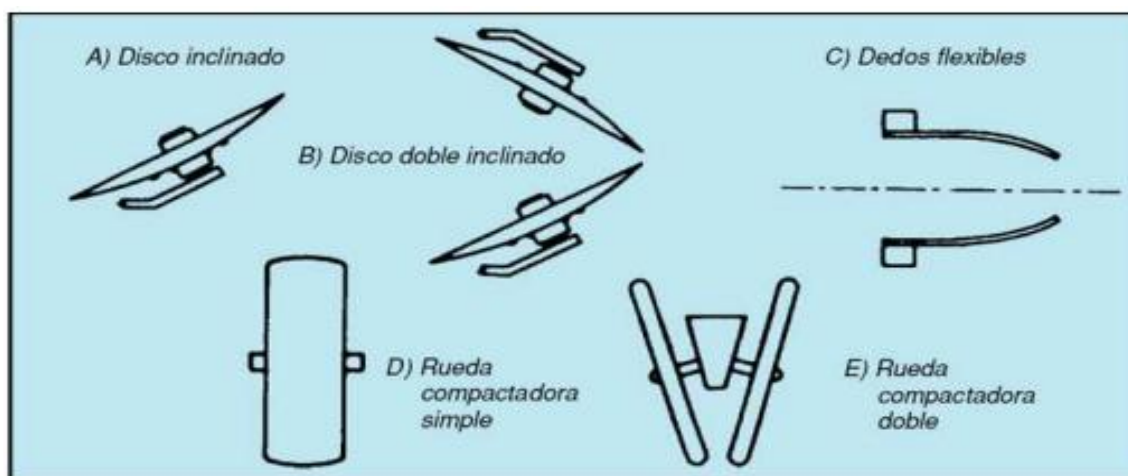




Figura 23. Mecanismes per tancar el solc. **Font:** Document investigació prèvia

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 25 de 80

1.4. Normativa

En aquest projecte, les normatives bàsiques a seguir, son les relacionades amb l'execució del treball i el compliment de la normativa CE.

- UNE 157001:2014 (Criteris generals per l'elaboració formal de documents que constitueixen un projecte tècnic)
- Màquines 2006/42/CE (Normativa CE referida a maquinària)

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 26 de 80

1.5. Anàlisi de necessitats

Les necessitats que es pretenen cobrir amb la sembradora i que afecten al disseny de la tremuja, sistema de dosificació i transmissió son:

- Màquina de proves: La funció principal d'aquesta sembradora és la de fer proves i experiments amb diferents tipus de llavors. Per tant, aquesta màquina no està pensada per sembrar grans extensions de terreny i no necessita una gran capacitat de llavor.
- Mida reduïda: Es demana que aquesta màquina pugui ser utilitzada en terrenys amb cultius arboris. Per tant, això ens porta a fer una màquina de mida reduïda, principalment l'amplada de la tremuja per tal d'evitar cops a les branques dels arbres.
- Varietat de llavors: La sembradora ha de poder sembrar com a mínim dos tipus de llavors diferents, cadascuna amb la seva dosificació.



1.6. Disseny de la sembradora al inici del projecte

En el moment en que es comença aquest projecte, la sembradora té un disseny del xassís i dels braços de sembra avançat, però no definitiu. La tremuja que s'ha de dissenyar, sistema de dosificació i transmissió, s'han d'adaptar al disseny proposat.

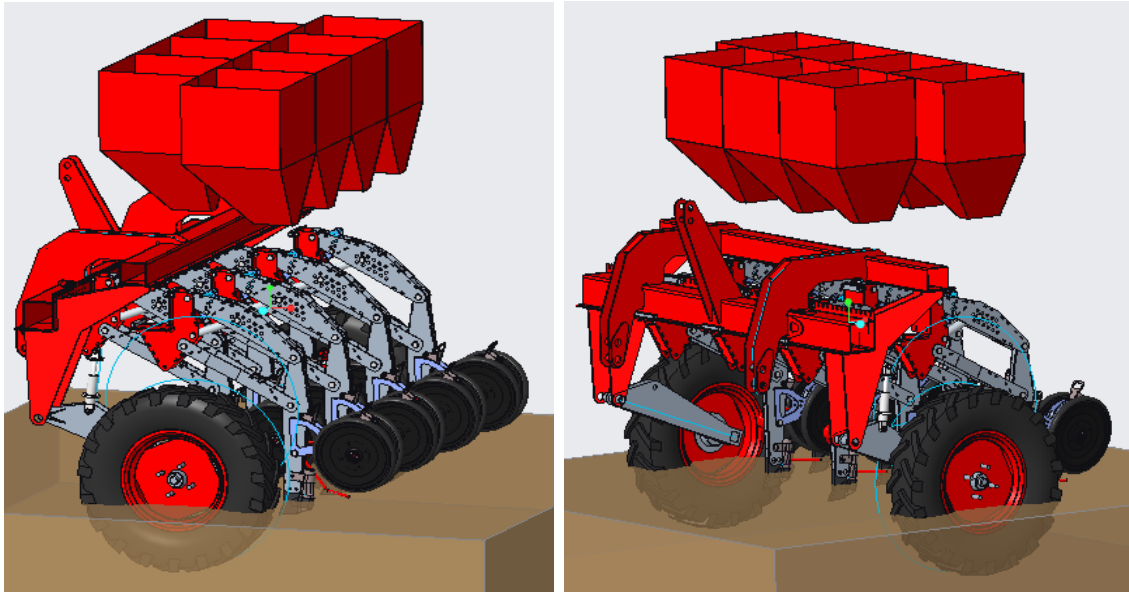



Figura 24. Disseny inicial de la sembradora. **Font:** Director del projecte

En la Figura 24 es pot observar com el disseny inicial conté unes tremuges individuals a mode orientatiu.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 28 de 80

1.7. Anàlisi de requeriments

En aquest apartat es farà una descripció dels requeriments que s'han de tenir en compte per tal de dissenyar la tremuja de la sembradora, sistema de transmissió i sistema de dosificació. La majoria d'aquest requeriments provenen dels agents interessats en aquesta màquina. Alguns altres son autoimposats pels mateixos dissenyadors. Sempre que es pugui es procurarà quantificar els requeriments.

1.7.1. Requeriments funcionals

Els requeriments funcionals de la tremuja, dosificació, i sistema de transmissió son els següents:

- Amplada de la màquina: 1,5 - 1,8 metres. Això ens limita l'amplada de la tremuja a un valor inferior.
- Número de línies de sembra: 7 línies amb la possibilitat d'augmentar fins a 8.
- Tipus de llavor a sembrar: Cereals, alfals i llavors en general de calibre petit o mitjà.
- Autonomia de capacitat de la tremuja: 80 – 150 Kg.
- Sembra variada: Possibilitat de sembrar com a mínim 2 tipus de llavors en línies intercalades.
- Tipus de sistemes: Tots els sistemes han de ser mecànics. Es descarten els sistemes elèctrics,, electrònics, oleohidràulics o pneumàtics.

1.7.2. Requeriments de transport


Els requeriments de transport de la sembradora que poden afectar al disseny de la tremuja, sistema de dosificació i transmissió son els següents:

- Transport de la màquina: Es demana que la màquina pugui ser transportada de manera suspesa o remolcada amb el vehicle tractor.
- Estabilitat: Procurar que el centre de gravetat de la màquina sigui el mes baix possible.

1.7.3. Requeriments de regulació i manteniment

Els requeriments de regulació i manteniment de la sembradora que afecten al disseny de la tremuja, sistema de dosificació i transmissió son els següents:

- Regulació: Màxim de senzillesa en totes les regulacions de la màquina.
- Eines i mitjans necessaris: Els mínims amb eines comunes.
- Peces de desgast: Facilitat en la substitució de les peces.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 29 de 80

1.7.4. Requeriments de mercat

En la realització d'aquest projecte no s'han tingut en compte els requeriments de mercat, ja que aquesta màquina no es fabrica amb un propòsit comercial. Per tant, el disseny no s'ha vist afectat en cap moment per condicions de mercat.

1.7.5. Requeriments de fabricació

Els requeriments de fabricació de la sembradora que afecten al disseny de la tremuja, sistema de dosificació i transmissió son els següents:

- Elements comercials: En el disseny s'utilitzarà, sempre que sigui possible, elements comercials compatibles.
- Unions: S'evitarà sempre que es pugui les unions soldades.
- Materials: S'utilitzarà sempre que es pugui materials resistent a la corrosió.

1.7.6. Requeriments de seguretat

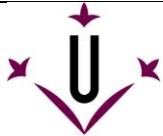
Els requeriments de seguretat de la sembradora que afecten al disseny de la tremuja, sistema de dosificació i transmissió son els següents:

- Elements mòbils: Protecció dels elements mòbils que poden comportar perill per a les persones.

1.7.7. Requeriments mediambientals

Els requeriments mediambientals de la sembradora que afecten al disseny de la tremuja, sistema de dosificació i transmissió son els següents:

- Ecologia: Disminuir al màxim la petjada ecològica.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 30 de 80

1.8. Tremuja

1.8.1. Primers dissenys conceptuals de la tremuja

Per tal de dissenyar la tremuja de la màquina de sembrar que es pretén construir, s'ha començat fent uns dibuixos simples del recipient principal, tenint en compte la possibilitat de sembrar dos tipus de llavors diferents a la vegada. Inicialment el número de sortides de gra cap als dosificadors és de 7.

El primer dibuix és un recipient amb 7 compartiments individuals, 3 a la part anterior i 4 a la posterior, amb les sortides de la llavor lleugerament inclinades.

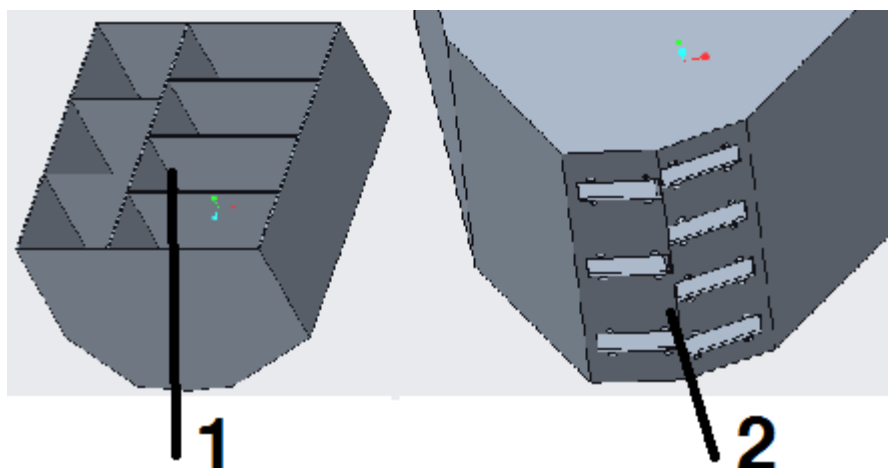


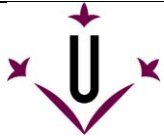
Figura 25. Tremuja de 7 compartiments amb dos files. 1-Compartiments individuals. 2-Sortides de llavor en pla inclinat. **Font:** Pròpia

Avantatges:

- Els compartiments individuals, ens permet la utilització de llavors de diferents tipus en cada línia de sembra.
- Els plans inclinats de les sortides de llavor ajuden a que no quedin restes dins la tremuja quan s'acaba la llavor.
- Distribució 3-4 de les sortides, permet un millor guiat dels baixants de la llavor cap als trens de sembra.
- Tenir 2 línies de sortides facilita que hi puguem haver 2 dosificacions de llavor diferents, mitjançant un arbre de transmissió per cada línia de dosificadors.

Inconvenients:

- El fet de tenir tants compartiments, significa que s'han d'omplir un a un.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 31 de 80

El segon dibuix consisteix en una tremuja també amb compartiments individuals, però ara col·locats en línia. Les sortides també son en un pla inclinat.

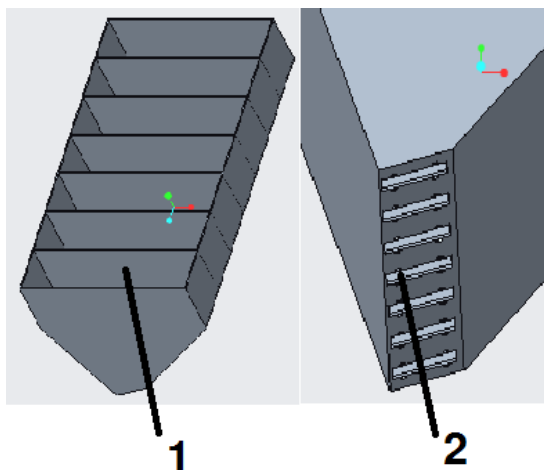


Figura 26. Tremuja de 7 compartiments en línia. 1-Compartiments individuals. 2-Sortides de llavor en pla inclinat. **Font:** Pròpia

Avantatges:

- Els compartiments individuals ens permet la utilització de llavors de diferents tipus en cada línia de sembra.
- Els plans inclinats de les sortides de llavor ajuden a que no quedin restes dins la tremuja quan s'acaba la llavor.
- El fet de tenir menys distància entre sortida i sortida, també ajuda a que no quedin restes de llavor dins la tremuja.

Inconvenients:

- El fet de tenir tants compartiments, significa que s'han d'omplir un a un.
- Tenir totes les sortides alineades dificulta que els dosificadors puguin girar a diferent velocitat.

Un tercer dibuix es fa amb 8 sortides i 2 compartiments. Les sortides també es fan amb un pla inclinat. A més, les sortides d'una fila s'han de col·locar desfasades respecte les altres, pensant en que no hi hagi interferència amb els dosificadors.

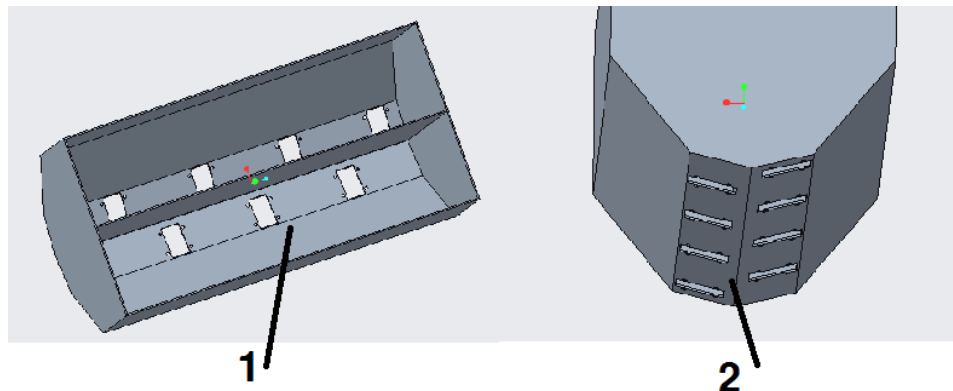
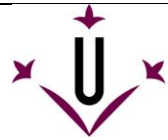


Figura 27. 1-Tremuja dividida en dos. 2-Sortides de llavor amb pla inclinat. **Font:** Pròpia

Avantatges:

- Distribució 4-4 de les sortides, permet un millor guiament dels baixants de la llavor cap als trens de sembra.
- Tenir 2 línies de sortides facilita que hi pugui haver 2 dosificacions de llavor diferents, mitjançant un arbre de transmissió per cada línia de dosificadors.
- Facilitat a l'hora d'omplir la tremuja.
- Simplicitat de construcció.

Inconvenients:

- Molta distància entre sortides. Això pot provocar que quedi restes de llavor entre una sortida i l'altra.

A partir del disseny anterior, s'incorpora unes xapes inclinades entre sortida i sortida per tal que la llavor no es quedi estancada. També es pensa en ficar el separador dels dos compartiments oscil·lant, de manera que es pugui variar la capacitat d'un o l'altre compartiment en funció de les llavors que s'utilitzin.

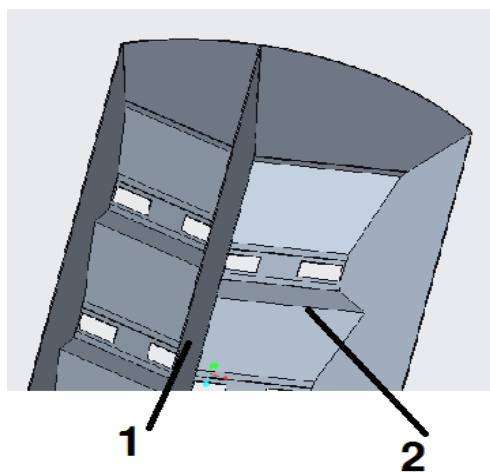
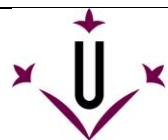


Figura 28. Tremuja de dos compartiments 1-Separador oscil·lant. 2-Xapa inclinada entre sortides. **Font:** Pròpia

1.8.2. Primers dissenys de detall

El primer disseny de detall que s'ha fet és una tremuja de quatre sortides, amb la idea de muntar-n'hi dos, una davant de l'altra. Aquesta tremuja consta només de tres peces principals que s'uneixen mitjançant unions reblonades. Una peça forma la part dels baixants de la llavor i els laterals, i les altres dos són els frontals. A la Figura 29 es pot veure com seria la tremuja muntada i les tres peces que la formen.

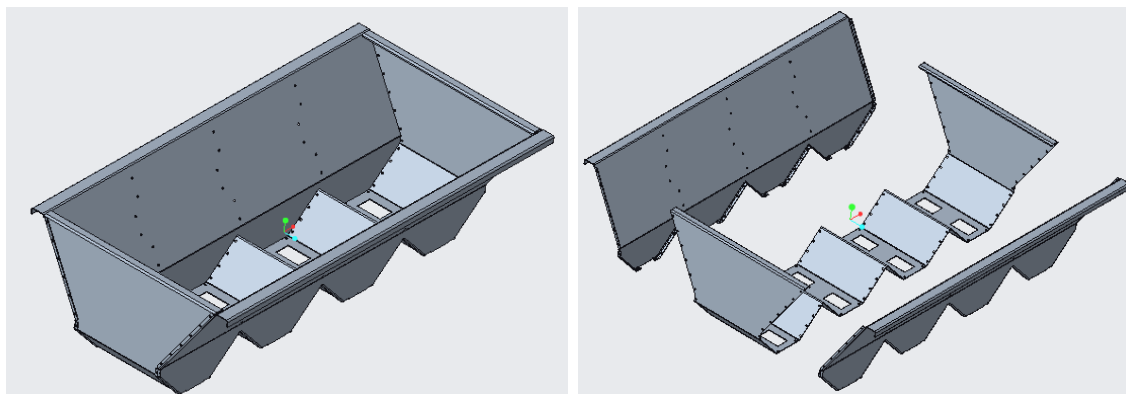


Figura 29. A l'esquerra, tremuja de quatre sortides. A la dreta, peces que formen el disseny. **Font:** Pròpia

Com es pot veure en les figures anteriors, els forats que es preveuen per la sortida de llavor són dos rectangles per cada dosificador. Això ve definit pel dosificador de la casa Solà, ja que és el que es decidirà muntar.

Totes les unions entre les peces es fan mitjançant reblons. Per fer-les, s'han fet unes pestanyes de xapa plegada a les peces frontals que encaixen amb la peça central, com es pot veure en la Figura 30.

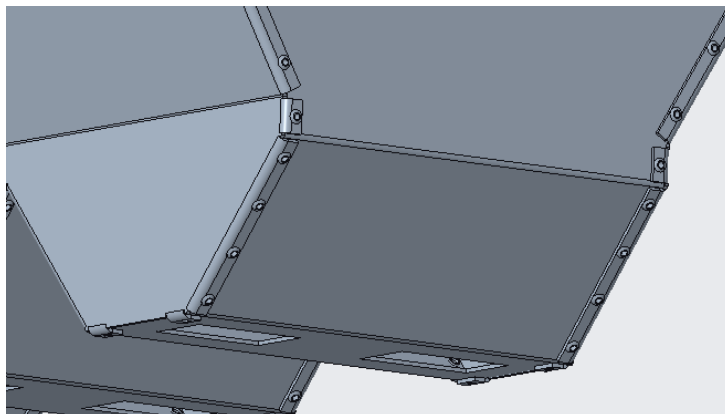


Figura 30. Detall de les pestanyes d'unió amb els reblons. **Font:** Pròpia

En aquest disseny de la tremuja, s'afegeix també uns separadors de guillotina que es poden ficar i treure, subjectats per unes guies muntades als frontals. En la Figura 31 podem veure com són aquets separadors.

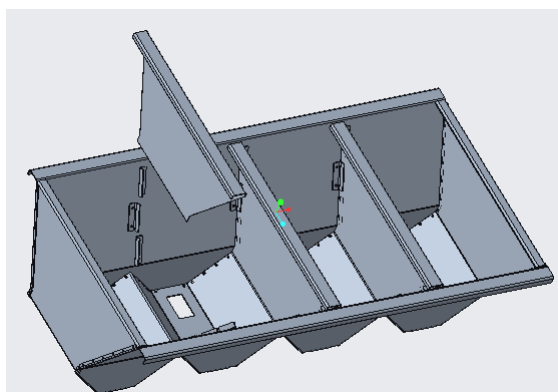


Figura 31. Detall dels separadors extraïbles que divideixen la tremuja. **Font:** Pròpia

Paral·lelament al disseny de la tremuja, ja s'ha decidit de muntar el dosificador de la casa Solà, per tant, s'utilitza els models de Cad proporcionats per aquesta casa i s'afegeixen al disseny. Les mides d'aquesta tremuja són de 1000 mm de llargada, 500 mm d'amplada i una alçada de 300 mm. Aquesta opció es descarta, ja que muntar dos tremuges com la dissenyada, una davant de l'altra, ocuparia un espai massa gran damunt la sembradora, sobretot pel que fa a la dimensió longitudinal, tal i com es pot observar en la Figura 32.

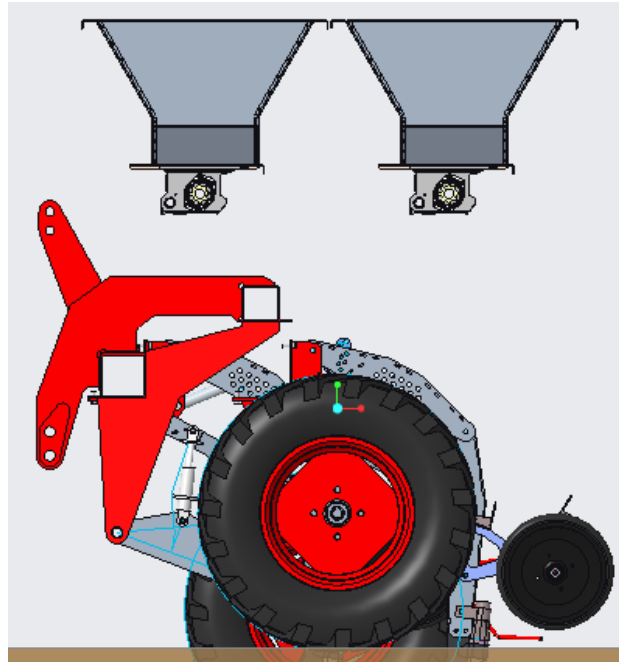


Figura 32. Posicionat de les dos tremuges damunt del xassís. **Font:** Pròpia

Per solucionar aquest aspecte, a partir del disseny anterior es fa una tremuja única amb dos compartiments, aprofitant la tipologia de peces que s'han utilitzat. A la Figura 33 es pot veure que la tremuja és la unió de dos dissenys com els anteriors, separats per una xapa.

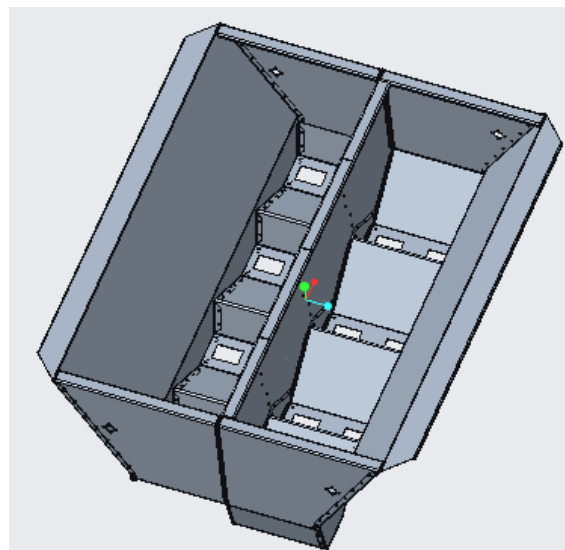
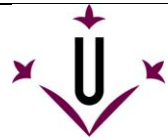


Figura 33. Tremuja única amb dos compartiments. **Font:** Pròpia

Un dels problemes de fer aquest disseny, és que les sortides de la fila anterior i posterior no poden estar alineades, ja que les tapes dels dosificadors toparien entre



elles. Per solucionar això, es decideix descentrar les sortides anteriors cap a un costat, i les posteriors cap a l'altre, tal i com s'observa a la Figura 34.

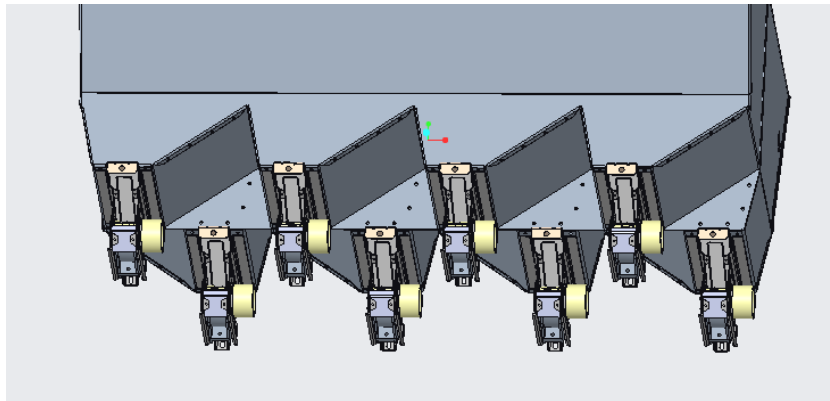


Figura 34. Desalineament de les sortides de la llavor. **Font:** Pròpia

Igual que en el primer disseny, s'afegeix uns separadors de guillotina extraïbles encaixats entre unes guies. També es dissenya un suports laterals per fixar la tremuja, amb la intenció de fer els encaixos amb el xassís mes endavant. Aquest suports també ens han de servir per encabir-hi els elements de transmissió i regulació dels dosificadors al seu interior.

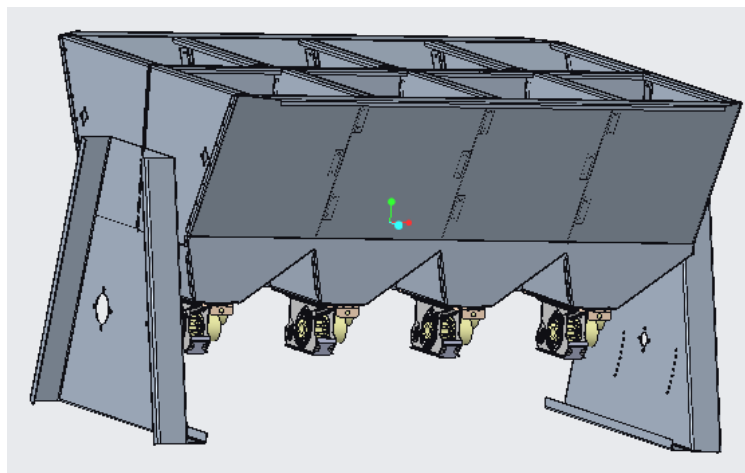


Figura 35. Disseny dels suports laterals de la tremuja. **Font:** Pròpia

Al suport esquerra de la tremuja, es col·loca dos boixes fixades amb cargols per tal de suportar els esforços radials que provocarà la transmissió, ja sigui si aquesta és amb cadena o amb corretja.

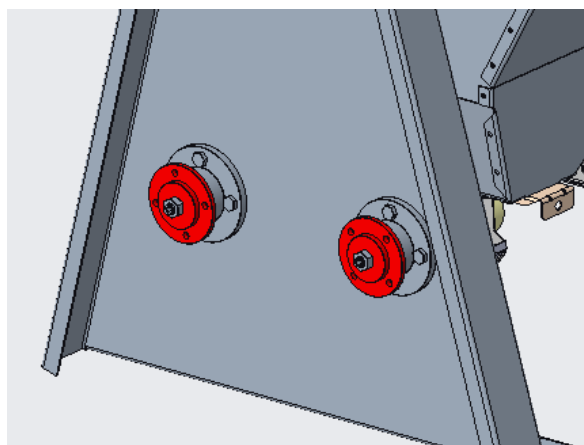


Figura 36. Boixes per a la transmissió del moviment giratori als dosificadors. **Font:** Pròpia

Aquestes boixes consten d'una part fixa muntada al suport, dos rodaments de boles i una part giratòria amb quatre forats roscats, on es pot adaptar el pinyó o roda dentada que es vulgui. En aquest cas, s'ha muntat de manera orientativa, dos corones dentades per una transmissió amb cadena.

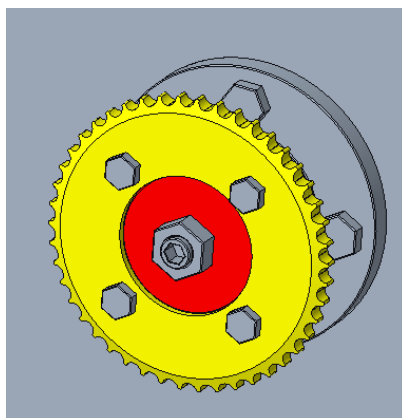


Figura 37. Detall de la fixació d'una corona dentada a la caixa. **Font:** Pròpia

La connexió entre la part giratòria de la caixa i els arbres de transmissió s'ha fet de dos maneres diferents. Per una banda, la part giratòria de la caixa transmet el gir a l'arbre mitjançant un cargol passador. Aquest cargol, s'introdueix dins una ranura llarga mecanitzada a l'arbre dels dosificadors. D'aquesta manera, es permet el desplaçament axial de l'arbre respecte la caixa, necessari per poder graduar l'obertura de les rodes dentades dels dosificadors. A més, aquest sistema permet un petit grau de desalineament entre els dos eixos. A la Figura 38 es pot observar el detall de la connexió entre caixa i arbre de transmissió.

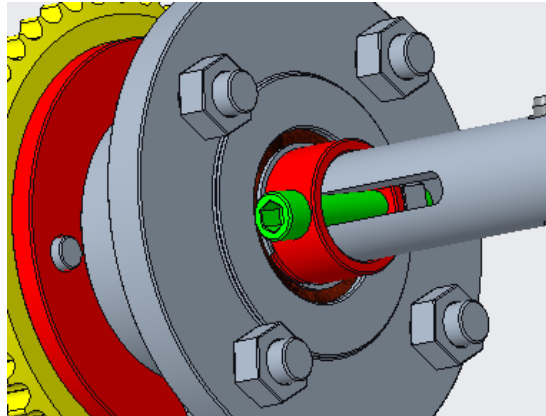
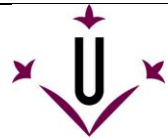


Figura 38. Detall del cargol que transmet el moviment de la caixa a l'arbre dels dosificadors. **Font:** Pròpia

Per altra banda, també es fa una connexió entre la part giratòria de la caixa i l'arbre dels dosificadors. Aquesta connexió es fa mitjançant un cargol regulador col·locat al centre de la caixa i roscat a la punta de l'arbre dels dosificadors. Aquest cargol es podrà manipular des de la part exterior per desplaçar l'arbre axialment i, d'aquesta manera, es regularà l'obertura de les rodes dentades dels dosificadors. Per evitar que el cargol pugui girar quan la màquina està en funcionament, es col·loca una contrafemella a la part exterior de la caixa. A la Figura 39 es pot veure un detall d'aquest cargol regulador.

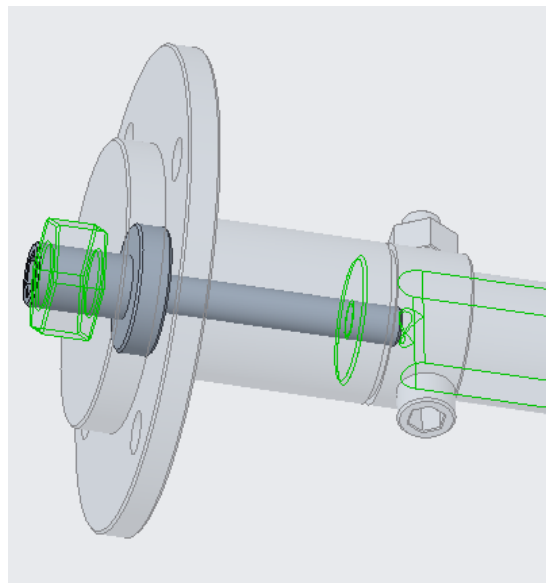
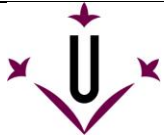


Figura 39. Detall del cargol que regula la posició axial de l'arbre dels dosificadors. **Font:** Pròpia

Al suport dret de la tremuja, es col·loca dos platines passa murs fixades amb cargols. En aquests passa murs es munta un casquet a l'interior, per tal de centrar els dos

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 39 de 80

arbres de regulació de les llengües inferiors. A l'extrem d'aquests arbres es dissenya una palanca amb un piu de fixació. Aquest piu es podrà fixar a un seguit de forats mecanitzats al suport, per tal de poder regular la posició de les llengües. A la Figura 40 es pot observar aquest mecanisme.

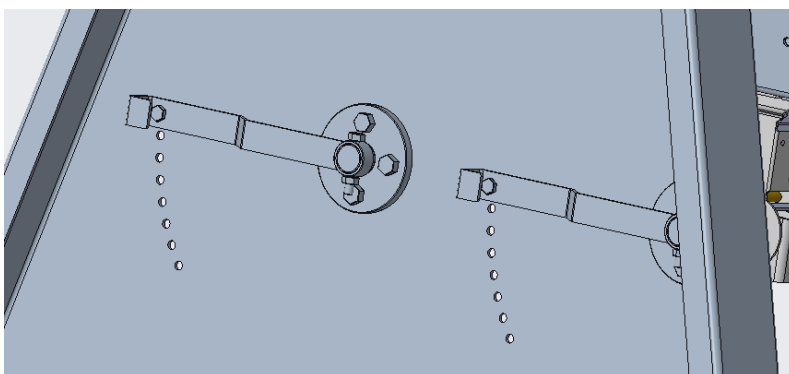


Figura 40. Palanques de regulació de les llengües inferiors dels dosificadors. **Font:** Pròpia

Als arbres de transmissió dels dosificadors, es fan els forats d'encaix dels passadors elàstics que fixen les rodes dentades. Als arbres de regulació de les llengües, s'hi fa un avellanat per fixar el cargol de cada llengua.

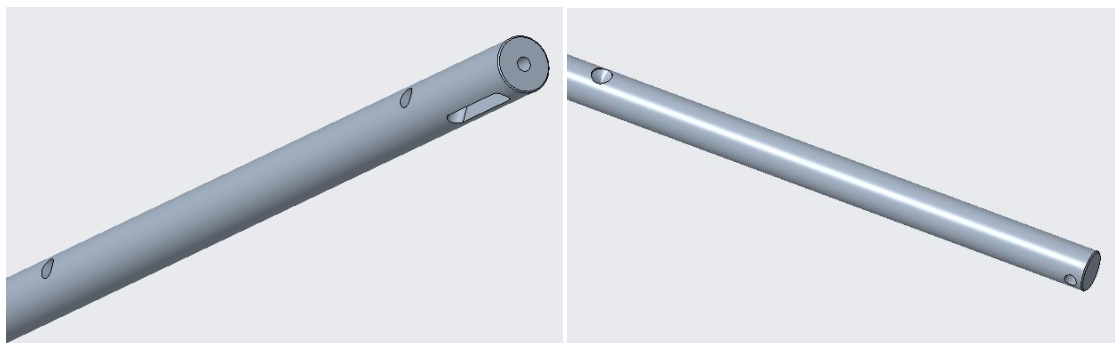


Figura 41. A l'esquerra, arbre dels dosificadors amb els forats pels passadors. A la dreta, arbre de regulació de llengües amb els avellanats. **Font:** Pròpia

Al següent pas es dissenya dos tapes pels suports de la tremuja, amb un encaix per la part posterior. Aquest encaix fa que les tapes entrin de dalt cap baix i quedin fixades pel propi pes, sense necessitat de col·locar cap cargol.

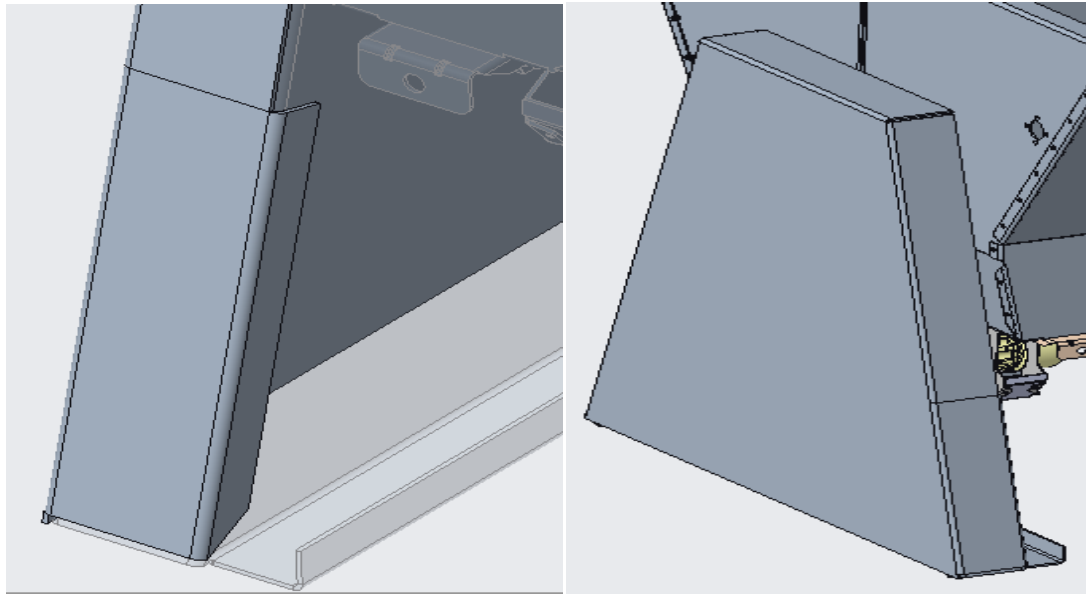


Figura 42. A l'esquerra, detall de l'encaix de la tapa dels suports. A la dreta, imatge de la tapa sencera.

Font: Pròpia

Finalment es dissenya una tapa formada per quatre peces. La base principal, amb pendents en sentit longitudinal de la tremuja; les peces laterals, amb les pestanyes d'unió per poder reblonar amb la base i finalment una maneta, per poder manipular la tapa.

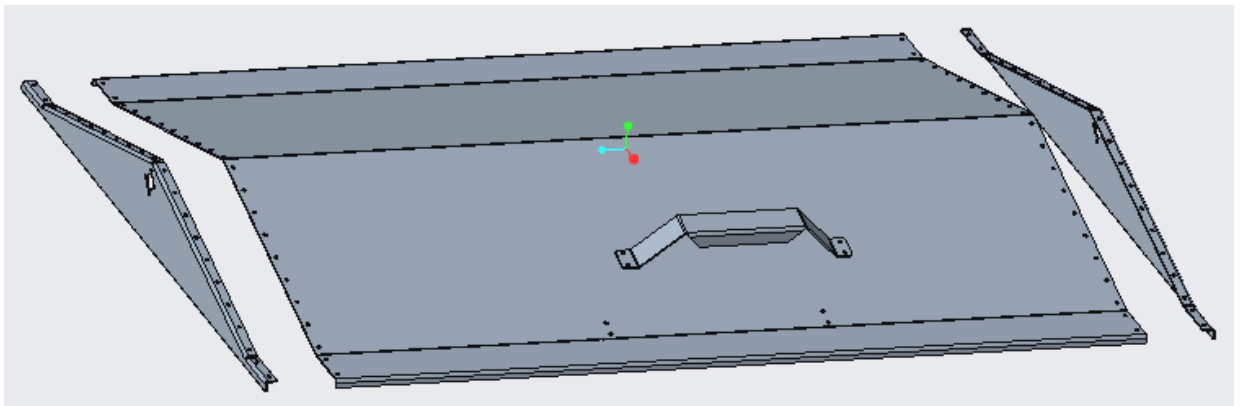


Figura 43. Peces que formen la tapa de la tremuja. **Font:** Pròpia

Aquesta tapa es preveu muntar-la amb un mecanisme 4R amb la tremuja, mitjançant uns casquets a les dos parts.

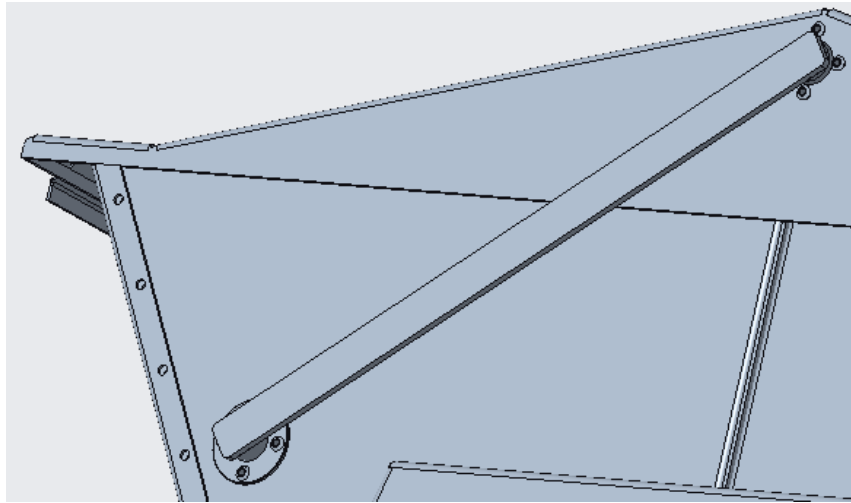
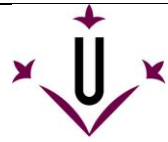


Figura 44. Detall d'una de les barres que fa bascular la tapa amb els casquets als punts de gir. **Font:** Pròpia

El resultat obtingut finalment de la tremuja sencera, amb la tapa, els suports, els sistemes de regulació i els dosificadors és el de la Figura 45.

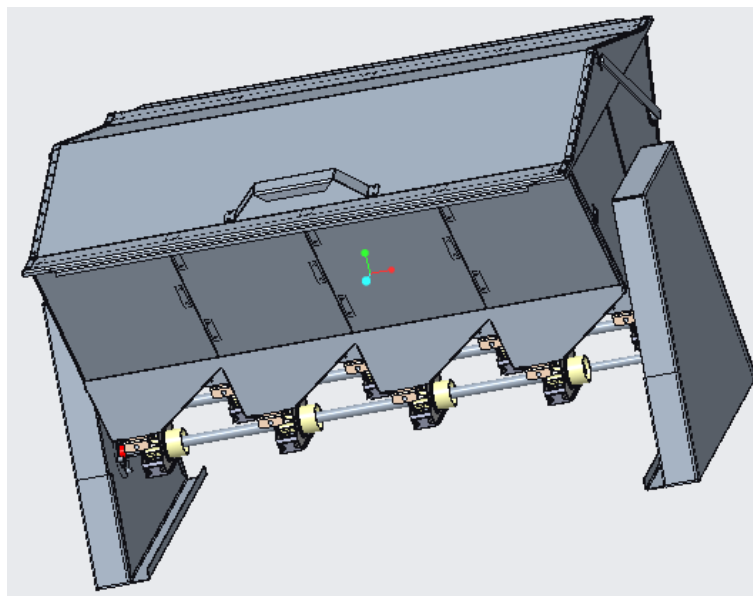



Figura 45. Imatge del disseny sencer de tota la tremuja. **Font:** Pròpia

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 42 de 80

1.8.3. Revisió del disseny

Quan es fa la revisió de disseny anterior, es proposen els següents canvis:

- Excés de sofisticació dels sistemes de regulació dels arbres dosificadors. Es planteja repassar el disseny al mínim detall només de la tremuja per poder començar a fabricar-la, deixant per més endavant el disseny detallat de la transmissió, regulacions dels dosificadors i suports de la tremuja.
- Es planteja treure tots els separadors de guillotina, deixant només els dos compartiments principals de la tremuja.
- A la part central de la tremuja, es planteja de muntar dos reforços interiors longitudinals, per assegurar la consistència dels frontals de la tremuja.
- Canvi de sentit dels plecs del contorn superior. Es faran tots cap a la part interior de la tremuja.
- Els plecs superiors dels reforços i dels contorns de la tremuja es faran amb una amplada considerable, amb l'objectiu de poder recolzar els sacs de llavor quan s'omple la tremuja.
- Eliminació dels sistema 4R per a l'obertura de la tapa.
- Partició de les peces que formen els baixants de la llavor en quatre peces individuals, unides mitjançant escaires.
- Simplificació dels processos de plegat en algunes peces.
- Revisió de tots els plecs destinats a les unions. Alguns es substituiran per escaires reblonats per les dos bandes. Per tal de tenir l'espai suficient per reblonar, es mesura la boca de la màquina de reblonar pneumàtica del taller de la EPS, amb la que s'ha de fer el muntatge de la tremuja. Els paràmetres de disseny que s'han d'utilitzar son:
 - i) El forat del rebló serà de 5 mm.
 - ii) La distància del centre del forat a l'extrem del plec serà de 6,5 mm, per tal que quedi una paret mínima de 4 mm entre el forat i l'extrem.
 - iii) La distància mínima del centre del forat al la part interior del plec ha de ser de 12 mm, per tal de poder accedir correctament amb la màquina de reblonar.

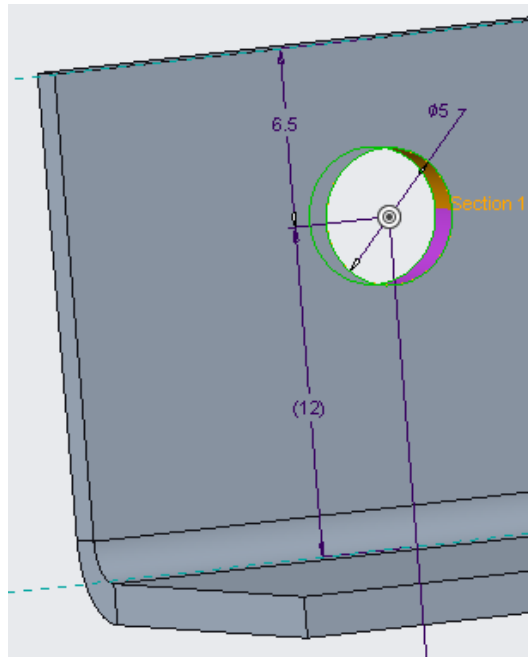


Figura 46. Criteri de disseny per fer les pestanyes de reblonat. **Font:** Pròpia

- iv) Sumant aquests paràmetres de disseny al gruix de la xapa s'estableix fer totes les pestanyes d'unió de 20 mm. També es comprova amb les taules de plegat (annex 2.3), que aquesta mida sigui suficient per la utilització de les V corresponents.

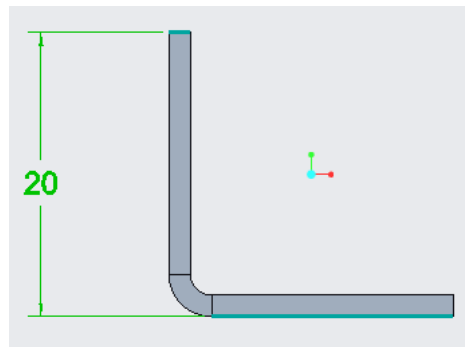


Figura 47. Dimensió que s'acorda per fer les pestanyes de reblonat. **Font:** Pròpia

1.8.4. Modificacions segons revisió

Es comença per separar la peça dels baixants en peces individuals, connectades per un escaire amb l'angle corresponent. Ja s'aprofita per aplicar els paràmetres de disseny de les pestanyes de reblonat.

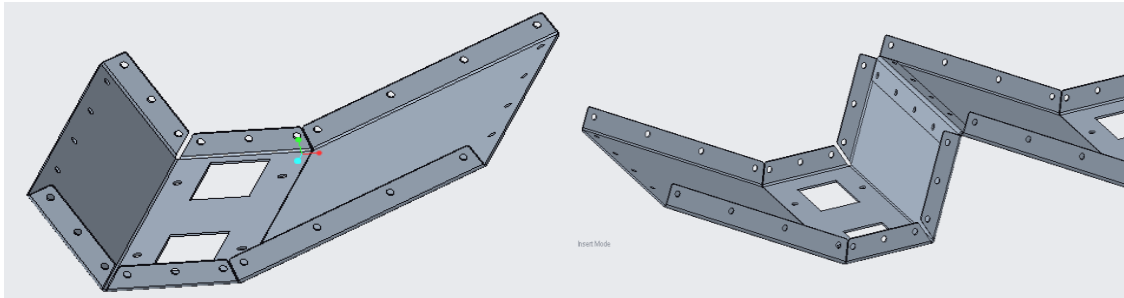
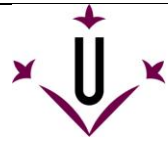


Figura 48. A l'esquerra, peça individual que forma cada baixant. A la dreta, unió dels baixants individuals amb escaires. **Font:** Pròpia

Les dos fileres de baixants individuals, s'uneixen mitjançant el separador principal de la tremuja. A aquesta peça ja se l'hi fa el plec superior amb una amplada de 40 mm i les pestanyes d'unió amb els laterals, amb els paràmetres corresponents.

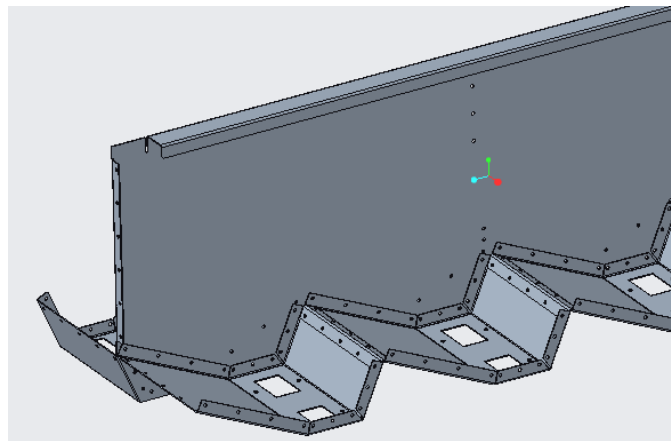


Figura 49. Unió de les files de baixants amb un separador principal. **Font:** Pròpia

Es dissenya els frontals de la tremuja donant una forma recta a la part superior. Els plecs superiors es fan cap a dins amb una amplada de 60 mm.

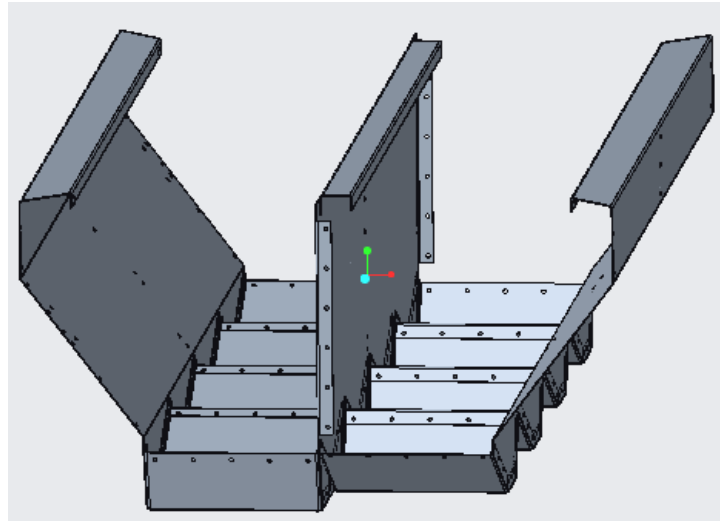
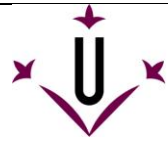


Figura 50. Disseny de les peces frontals amb la part superior en vertical. **Font:** Pròpia

Es dissenya dos laterals amb una pestanya inferior, preparada per recolzar la tremuja a les peces que faran de suport. Així com tota la resta de peces de la tremuja es dissenyen amb un gruix de 1,5 mm, les peces laterals es fan de 2 mm.

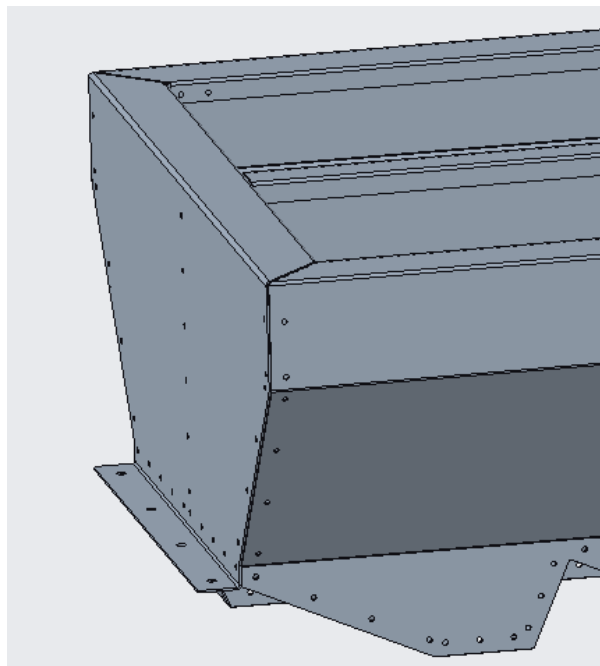


Figura 51. Disseny de les peces laterals amb una pestanya per adaptar-hi els suports. **Font:** Pròpia

Aquestes peces laterals s'uneixen a la tremuja mitjançant escaires entre baixants i laterals, entre frontals i laterals i a la part interior de les cantonades superiors. També s'utilitza la pestanya plegada dels separador principal.

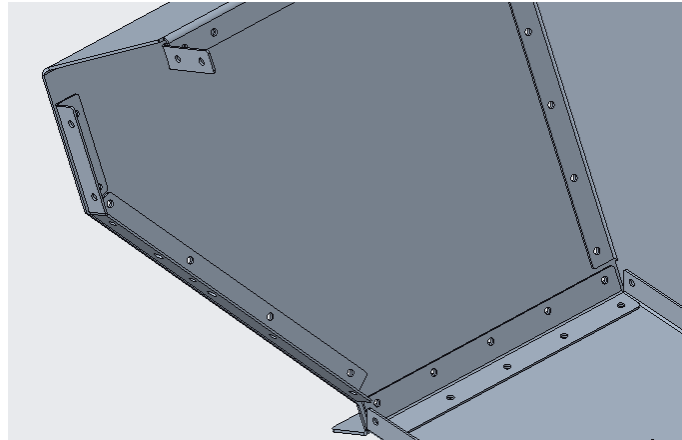
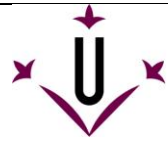


Figura 52. Detall dels escaires que fixen els laterals. **Font:** Pròpia

Es dissenya dos reforços centrals, units entre si amb el separador principal, per tal de donar consistència als frontals de la tremuja. L'ample del plegat superior és de 60 mm. La part inferior es deixa oberta amb forma circular. Les pestanyes d'unió que s'utilitzen en aquesta peça tenen un ample de 40 mm, per tant, amb uns paràmetres de disseny diferents a la resta d'unions.

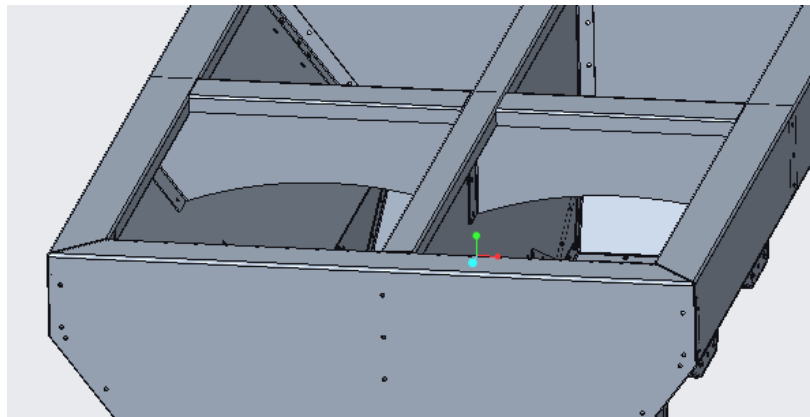


Figura 53. Disseny de dos reforços centrals. **Font:** Pròpia

Muntatge d'uns escaires per articular la tapa. Aquests escaires, a diferència d'altres peces, es dissenyen amb un gruix de 3 mm per poder articular el passador de la tapa directament. La fixació d'aquests escaires, es fa mitjançant cargols de M6x15, volanderes de 6 mm i femelles de M6. També es col·loca una armella a cada lateral de la tremuja, fixada amb un cargol de M5x12 tipus alen, per al muntatge d'un cable que limiti la obertura de la tapa.

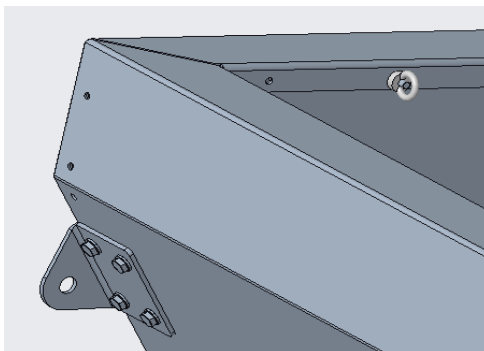


Figura 54. Detall de l'escaire per articular la tapa. També podem observar l'armella per col·locar el limitador d'obertura de la tapa. **Font:** Pròpia

Pel que fa a la tapa de la tremuja, es dissenya de nou totes les peces. Els laterals s'uneixen a la base superior amb unes pestanyes fetes a la mateixa peça. S'aprofita els mateixos laterals per soldar-hi un passador de 12 mm que farà de frontissa.

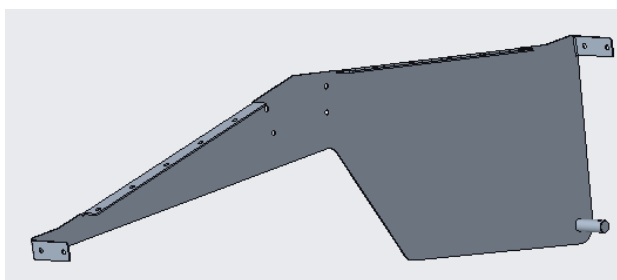


Figura 55. Disseny del lateral de la tapa amb les pestanyes d'unió i el passador que farà de frontissa. **Font:** Pròpia

La base de la tapa s'uneix als laterals i es dissenya un reforç central tancat, per tal que la tapa no s'entregiri a l'obrir-la. A la part anterior i posterior de la base de la tapa, es deixa una part plana que farà de contacte amb el contorn superior de la tremuja, quan la aquesta estarà tancada.

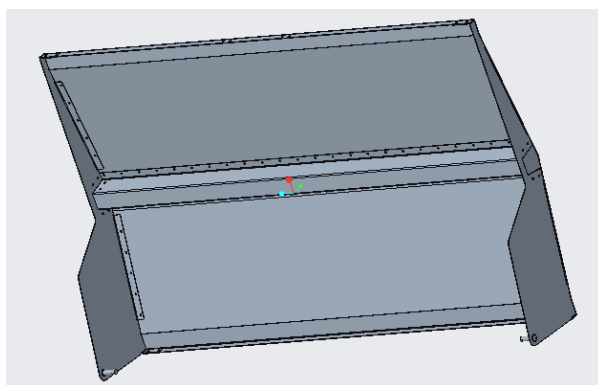
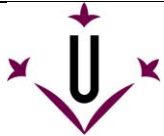


Figura 56. Detall on es mostra el reforç de la tapa i les zones planes de la base. **Font:** Pròpia

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 48 de 80

Entre el reforç central i els laterals, es col·loca uns escaires d'unió. També es munta una maneta a la part frontal per poder manipular la tapa. A més, s'afegeix unes armelles al reforç central fixades amb un cargol de M5x12 tipus alen, preparades per muntar un cable a cada costat que limiti l'obertura de la tapa.

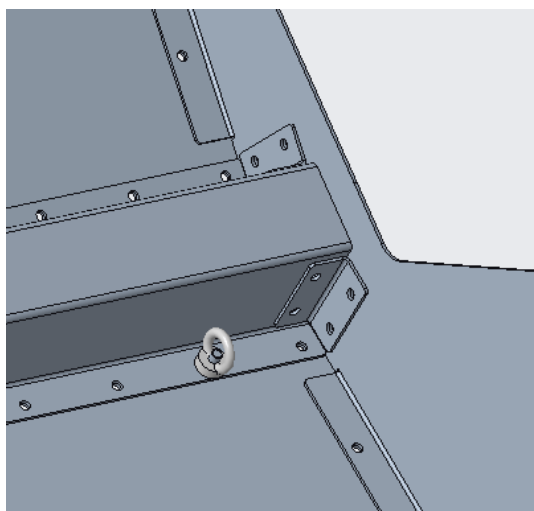


Figura 57. Detall on s'observa l'armella de la tapa i els escaires d'unió entre els laterals i el reforç. **Font:** Pròpia

Pel muntatge de la tapa a la tremuja, es preveu ficar dos volanderes de 12 mm, un tub separador i un passador d'aletes de 4 mm a cada frontissa.

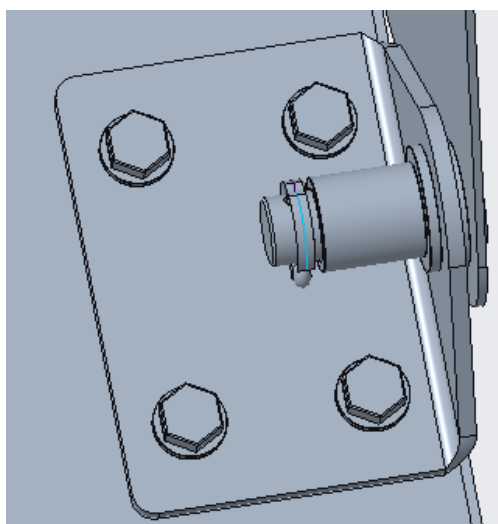
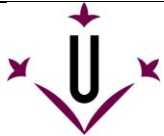


Figura 58. Detall del disseny de la tremuja. **Font:** Pròpia

Finalment es preveu muntar els dosificadors a la part inferior, fixats amb cargols de M6x15, volanderes de 6 mm i femelles de M6. Per fer-ho, es preveu mecanitzar quatre forats als dosificadors de Solà. Ja que es preveu que el sistema de transmissió tingui

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 49 de 80

una inversió del sentit de gir respecte a les rodes de la màquina, els dosificadors es col·locaran amb les pestanyes d'accionament de les tapes cap a la part davantera de la màquina.

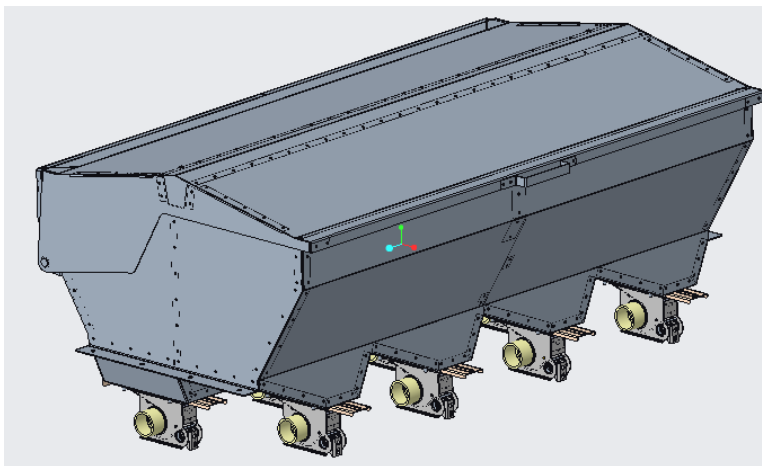


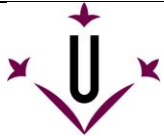
Figura 59. Disseny final de la tremuja amb la tapa i els dosificadors muntats. **Font:** Pròpia

El disseny que s'aconsegueix finalment, té unes mides interiors de la tremuja de 1000 mm d'amplada (de costat a costat de la màquina), 400 mm d'alçada, 690 mm de profunditat superior i 441,5 de profunditat inferior. Amb aquestes mesures s'ha calculat la massa aproximada de llavor que hi cap, tenint en compte la densitat aparent de l'ordi. El valor obtingut és d'uns 130 Kg, capacitat suficient pel requeriment que es demana.

1.8.5. Segona revisió del disseny de detall

En el moment de posar a revisió el disseny obtingut a l'apartat anterior, es proposen les següents millores:

- Arrodoniment de tots els vèrtex de les peces per tal de facilitar el tall amb laser de les mateixes.
- Millora de l'acabat als extrems de les pestanyes d'unió per tal de facilitar el plegat i comprovar que no queden arestes en aquestes zones.
- Afegir separadors de guillotina a la part central de la tremuja, de manera que es pugui dividir la tremuja en quatre parts.
- Canvis en les mides de la tremuja. L'amplada actual és de 1000 mm i passa a ser de 1200 mm. El motiu d'aquest canvi és que hi ha dos dosificadors que coincideixen just a sobre dels llargues del xassís. Això dificultaria la col·locació dels tubs que han de baixar la llavor cap als braços de sembra.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 50 de 80

- Canviar el nom de les peces, afegint un prefix per ordenar el que son conjunts principals, conjunts secundaris i peces.

1.8.6. Millores del disseny de detall

- Arrodoniment de vèrtex.

Es fa un arrodoniment general de tots els vèrtex de les peces amb un radi de 2 mm, excepte en racons petits, on s'ha utilitzat un radi de 0,5 mm.

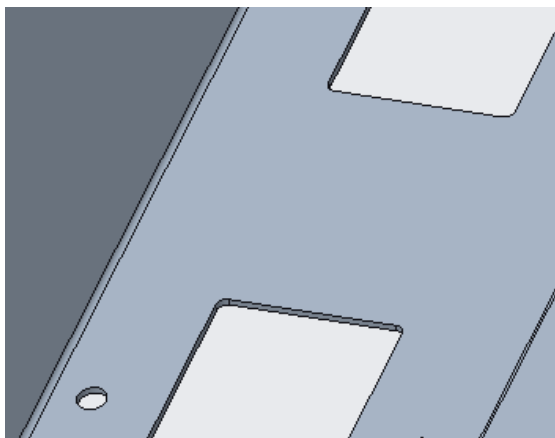


Figura 60. Detall dels arrodoniments fets als vèrtex de les sortides de llavor. **Font:** Pròpia

- Millora de l'acabat dels plecs, sense cap aresta.

En els llocs on coincideixen dos plecs, es retalla el material sobrant a la zona de curvatura per tal de donar un millor acabat. Encara que fent aquesta acció, pugui quedar un petit orifici quan la peça estigui muntada, es preferible donar un bon acabat. Si es necessari, es preveu l'aplicació d'una gota de silicona en aquestes zones.

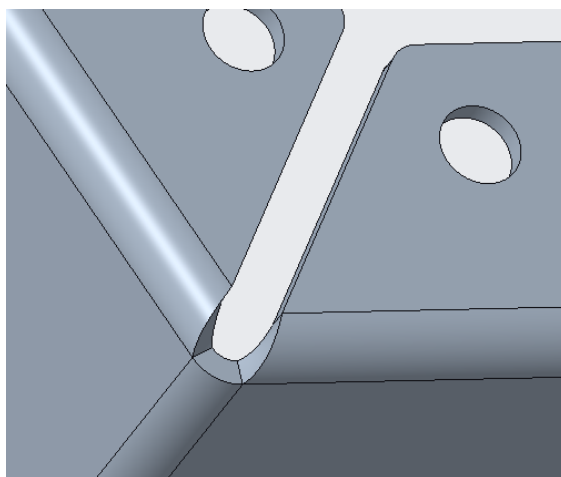
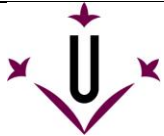


Figura 61. Detall de l'acabat de dos pestanyes consecutives en una xapa plegada. **Font:** Pròpia

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 51 de 80

En situacions d'un sol plec, es retalla un espai entre la zona de curvatura i la continuació de la xapa, per tal d'evitar una tensió excessiva i una malformació en l'extrem del plec.

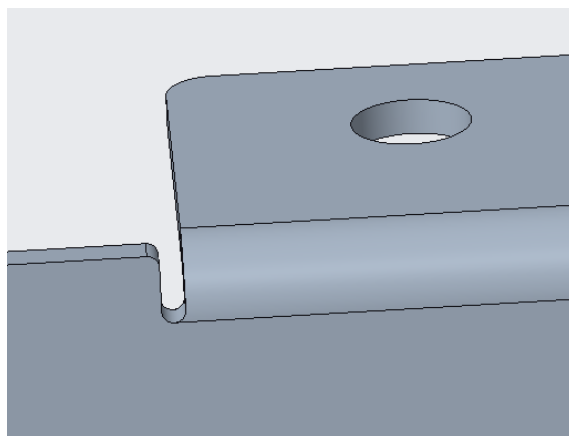


Figura 62. Detall de l'acabat a l'extrem d'un plec. **Font:** Pròpia

- Afegir separadors de guillotina.

S'ha aprofitat el disseny i les guies dels separadors de guillotina que s'havien previst anteriorment per adaptar-los al nou disseny. Es pretén muntar-los a un costat dels reforços centrals. Això fa que els reforços s'hagin de desplaçar cap a una banda per tal que els separadors quedin centrats.

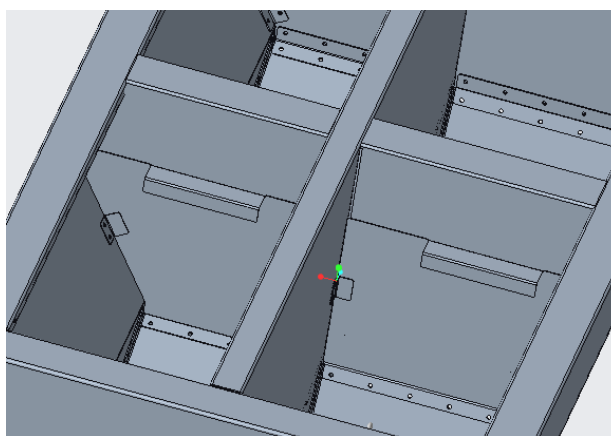



Figura 63. Detall dels separadors de guillotina amb les guies on encaixen. **Font:** Pròpia

- Canvi de mides de la tremuja.

El fet d'haver de canviar les mides de la tremuja, significa que s'ha de refer moltes cotes, plecs, forats d'unió i fins i tot, peces senceres. Ja que el disseny sembla bastant definitiu, es planteja fer una parametrització de tot el disseny de la tremuja.

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 52 de 80

Mitjançant l'apartat de paràmetres i relacions del programa, es pretén crear uns paràmetres per variar les dimensions de les peces de forma automàtica. S'aprofita també per organitzar i canviar el noms dels conjunts, subconjunts i peces. En l'apartat de plànols es pot veure el nom de cada peça i de cada conjunt.

1.8.7. Parametrització del disseny

Per tal de fer la parametrització del disseny es definiran els següents paràmetres:

- i) Paràmetres utilitzats en el conjunt de la tremuja sense tapa.

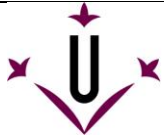
Taula 1. Paràmetres introduïts al conjunt tremuja sense tapa. **Font:** Pròpia

Paràmetre	Descripció	Valor
Profunditat_superior	Distància de la des de la part interior dels dos frontals, mesurada a la part superior (mm)	690
Profunditat_inferior	Distància de la des de la part interior dels dos frontals, mesurada a la part inferior (mm)	441,5
N_S_F	Número de sortides de llavor per fila	4
G_Separador_transversal	Gruix de xapa del separador transversal (mm)	1,5
G_Separador_mitja_tolva	Gruix de xapa dels separadors de guillotina (mm)	1,5
G_Reforç_central	Gruix de xapa dels reforços centrals (mm)	1,5
G_lat_tolva	Gruix de xapa dels laterals (mm)	2
G_Frontal	Gruix de xapa dels frontals (mm)	1,5
G_Esquadra_baixant	Gruix de xapa de tots els escaires (mm)	1,5
Amplada	Distància entre la part interior dels dos laterals (mm)	1200
Alçada	Distància entre la part interior dels baixants individuals i els plecs superiors de la tremuja (mm)	400

- ii) Paràmetres utilitzats en el conjunt tapa.

Taula 2. Paràmetres introduïts al conjunt tapa. **Font:** Pròpia

Paràmetre	Descripció	Valor
G_Tapa_tremuja	Gruix de xapa de la base de la tapa (mm)	1,5
G_Reforç_int_tapa	Gruix de xapa del reforç interior de la tapa (mm)	1,5
G_Lat_tapa	Gruix de xapa dels laterals de la xapa (mm)	1,5

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 53 de 80

iii) Paràmetres utilitzats en les peces.

Totes les peces que tenen pestanyes d'unió on es fan forats pel muntatge de reblons, contenen almenys dos paràmetres.

El primer dels paràmetres fa referència a la distància des del centre dels forats extrems de la unió a la punta de la pestanya. Aquest valor oscil·la entre 8 i 15 mm, depenent del tipus d'unió de cada peça.

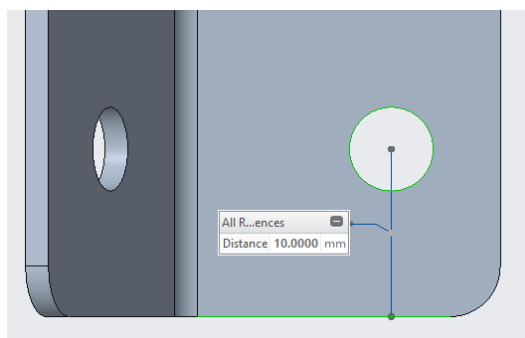


Figura 64. Paràmetre que defineix la distància del primer i últim forat. **Font:** Pròpia

El segon paràmetre fa referència al número de forats que volem a la pestanya d'unió. D'aquest paràmetre n'hi haurà un per cada pestanya no simètrica que tingui la peça, per tal de poder canviar el número de forats de les pestanyes de forma independent. Per exemple, en cas de canviar la desalineació de les sortides dels baixants, es podria canviar el número de forats de cada pestanya.

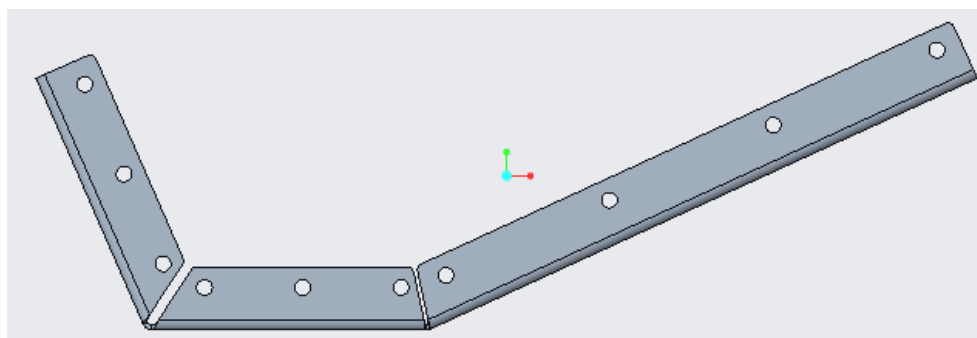


Figura 65. Paràmetres pel número de forats de cada pestanya. **Font:** Pròpia

Les relacions utilitzades per automatitzar el disseny de la tremuja son les següents:

i) Relacions internes de les peces.

Totes les peces que tenen pestanyes d'unió on es fan forats pel muntatge de reblons, tenen equacions que controlen la distància dels forats extrems, el número de forats de la unió i la equidistància entre els forats de la mateixa pestanya.

En el cas de tenir pestanyes consecutives entre dos cares d'un plec, hi haurà unes equacions que controlen que l'angle de l'extrem d'una pestanya sigui la meitat de l'angle del plec.

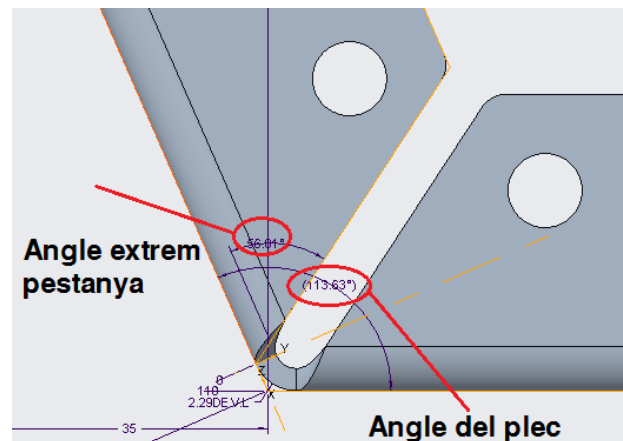


Figura 66. Paràmetre que adapta els angles entre dos pestanyes consecutives. **Font:** Pròpia

ii) Relacions dels conjunts

Als documents de conjunts, hi ha un seguit de relacions per adaptar les principals mides de les peces als paràmetres que s'introdueixen d'entrada. Bàsicament aquestes relacions controlen les mesures principals de cada peça en funció dels paràmetres. També hi ha moltes equacions per relacionar peces entre si. Per exemple, l'angle que formen els escaires que uneixen els baixants individuals, ha de ser el mateix que formen els plans dels baixants.

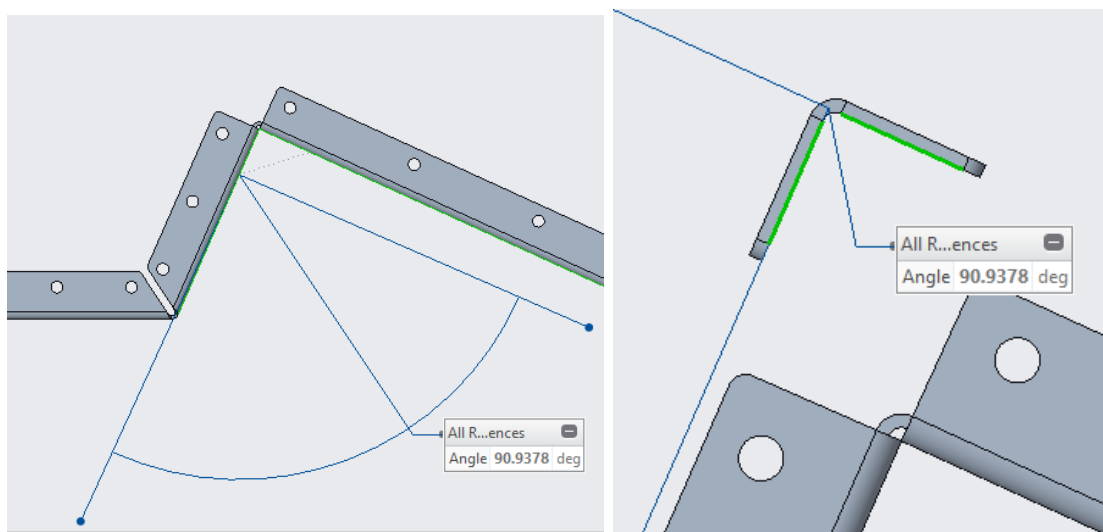

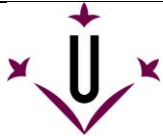


Figura 67. A l'esquerra, angle que formen dos peces baixants consecutives. A la dreta, angle de l'escaire d'unió que s'adapta al mateix valor. **Font:** Pròpia

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 55 de 80

Amb totes aquestes relacions i paràmetres s'aconsegueix una parametrització total de la tremuja. Es pot comprovar al document de Cad, com s'adapten totes les peces de la tremuja en canviar els paràmetres d'entrada, sempre i quan els paràmetres estiguin dins d'uns límits racionals.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 56 de 80

1.9. Dosificació

1.9.1. Elecció d'un dosificador comercial

El fet de que la màquina que es pretén dissenyar sigui una màquina de petites dimensions, va portar a buscar un dosificador de mida reduïda.

- Dosificador de la casa Gaspardo.

En un inici, es va comprar un dosificador de la casa Gaspardo com el de la figura següent:

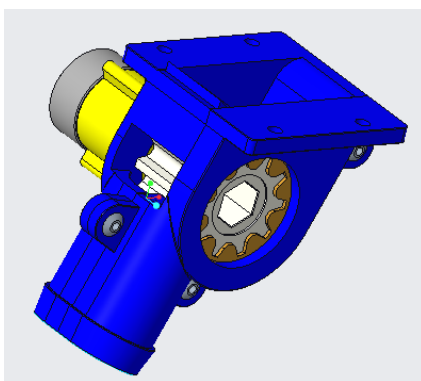


Figura 68. Dosificador de la casa Gaspardo. **Font:** Pròpia

Aquest dosificador ens permet una sola regulació, consistent en el desplaçament lateral de la roda dentada. En la figura següent podem veure diferents obertures possibles pel pas de la llavor.

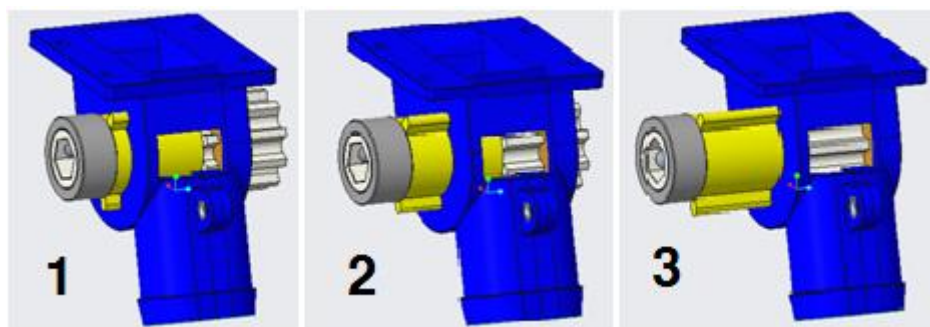


Figura 69. 1-Poca obertura. 2-Obertura mitjana. 3-Obertura total. **Font:** Pròpia

Mitjançant una petita tremuja de plàstic, s'ha provat el dosificador amb grans d'arròs, ja que tenen una mida similar a la llavor de blat. S'ha vist que el funcionament del dosificador no és correcte, ja que els grans d'arròs s'encallen amb molta facilitat amb

les dents de la roda dentada. Això fa que els grans surtin disparats per l'obertura de la carcassa i, a més, hi ha alguns grans que es trenquen. S'interpreta que aquest problema es degut a la petita mida de les dents de la roda dentada. És per això que descartem aquest model de dosificador, ja que probablement estigui dissenyat per un tipus de llavors més petites.

- Dosificador de la casa Solà.

El següent dosificador que es planteja muntar, és un dosificador de la casa Solà, ja que té una mida de dents de la roda dentada més gran. A més, aquest dosificador ens ofereix dos tipus de regulacions:

- Obertura de la roda dentada: Útil per graduar la quantitat de llavor que necessitem sembrar.

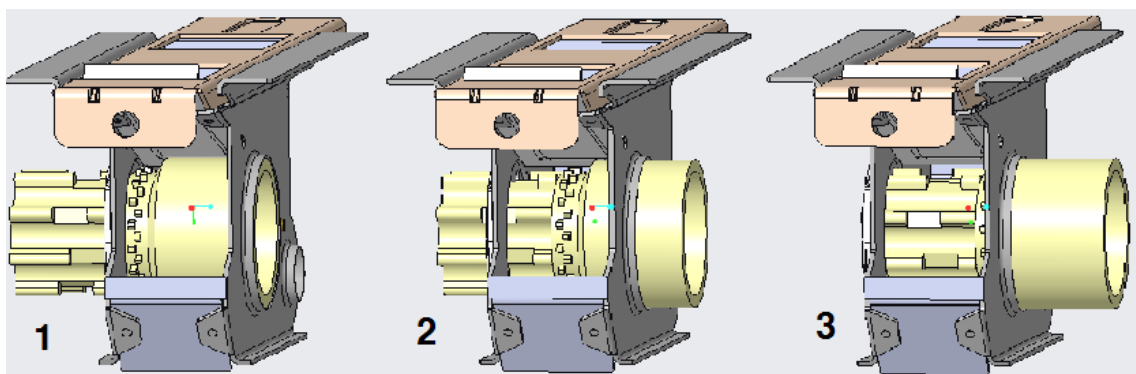


Figura 70. 1-Poca obertura. 2-Obertura mitjana. 3-Obertura total. **Font:** Pròpia

- Obertura de la llengua inferior de la roda dentada: Això ens serveix per disminuir o augmentar el pas en funció de la mida de la llavor. Amb això evitem el trencament de llavors i aconseguim un gir de la roda dentada sense enganxades. Si l'obertura és màxima, ens servirà per buidar la llavor de la màquina un cop s'hagi utilitzat.

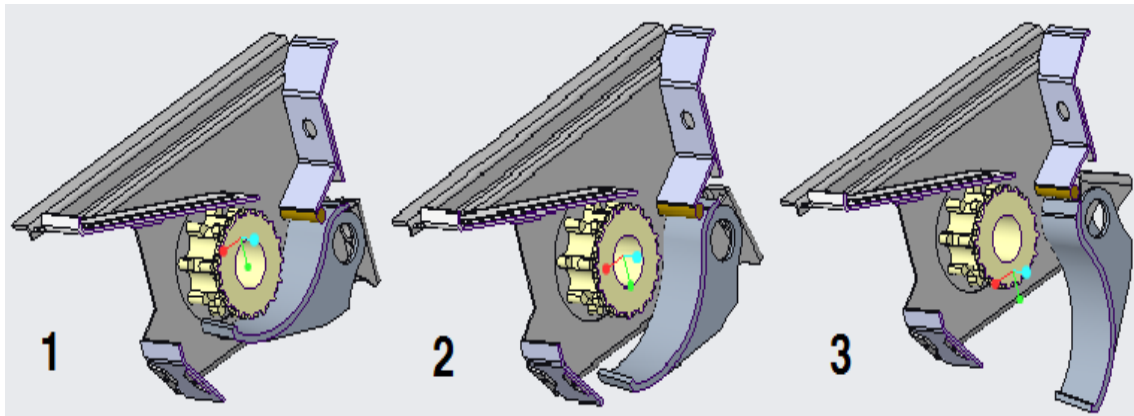


Figura 71. 1-Poca obertura. 2-Obertura mitjana. 3-Obertura màxima. **Font:** Pròpia

A part de les regulacions, la roda dentada té unes entalles a les dents per a llavors de mida gran i, quan l'obertura de la roda dentada està al mínim, té unes dents molt petites per a llavors de mida reduïda.

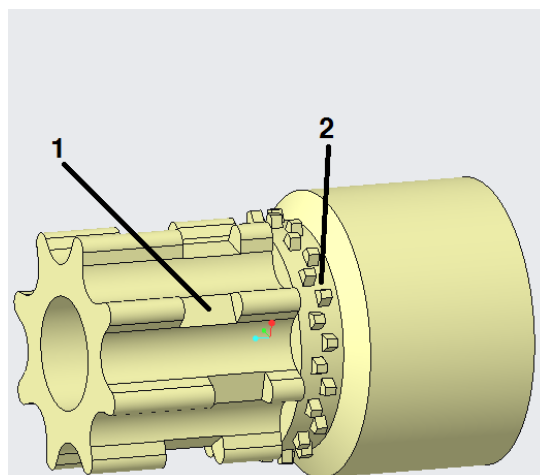


Figura 72. 1-Entalles per llavor de mida gran. 2-Dents per llavors de mida molt petita. **Font:** Pròpia

Aquest dosificador també ens ofereix l'oportunitat de tancar o obrir el pas de llavor, mitjançant la tapa lliscant superior, tenint en compte que a la tremuja hi ha d'haver els mateixos forats rectangulars de la tapa.

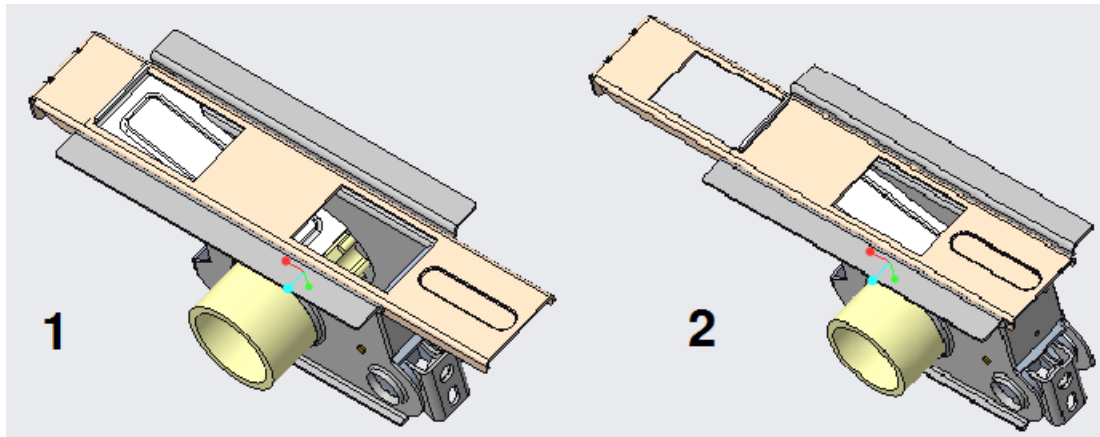
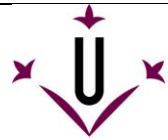


Figura 73. 1-Tapa en posició oberta. 2-Tapa en posició tancada. **Font:** Pròpia

Finalment aquest es el dosificador que es pretén muntar a la sembradora, ja que compleix amb tots els requisits necessaris.

1.9.2. Banc de proves dosificador

Per tal de poder dissenyar correctament la transmissió que ens farà girar els dosificadors, és necessari realitzar proves amb diferents tipus de llavors. Per fer aquestes proves, es dissenya i construeix un petit banc de proves amb els següents requeriments:

- i) Subjecció del dosificador en una posició elevada, uns 100mm aproximadament, amb l'objectiu de posar un safata a sota per recollir la llavor.
- ii) Arbre de transmissió per fer girar la roda dentada, amb una manovella que es pugui accionar amb la mà. Aquest arbre, s'ha de poder desplaçar i fixar axialment, per tal de regular l'obertura de la roda dentada.
- iii) Arbre de transmissió per poder girar la llengua inferior, amb la possibilitat de fixar-la en diferents posicions.
- iv) Tremuja petita per ficar la llavor i provar el dosificador. Aproximadament uns 5 o 6 litres de capacitat.

Per la realització del banc de proves no s'ha fet cap disseny previ, ja que es tracta d'un enginy fàcil de fabricar, al que no es demana uns acabats de qualitat. Simplement ha de servir per fer les proves. En les fotos de la Figura 74 es pot observar el resultat.

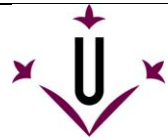


Figura 74. Banc de proves pel dosificador de la casa Solà. **Font:** Pròpia

El mecanisme utilitzat per fer la regulació axial de la roda dentada, consisteix en que l'arbre que acciona la roda s'ha fabricat amb una barra roscada de M20. Aquesta barra es subjecta a la roda amb un passador elàstic, per tal de que les dos peces girin solidàriament. Per la part exterior del banc de proves, es fixa la barra roscada amb dos femelles amb fre. Accionant aquestes femelles, s'aconsegueix la regulació axial que es desitja.

El regulador de la llengua inferior, consisteix en un cargol de M16x170 que fa de arbre, on es fixa la llengua inferior amb el cargol un cargol presoner. A la cabota del cargol s'ha soldat una xapa llarga amb un punta de rebló. Aquesta punta s'introdueix a una sèrie de forats mecanitzats a la carcassa. D'aquesta manera, canviant de forat la punta aconseguim les diferents posicions angulars de la llengua inferior. A la Figura 75 podem observar el detall dels mecanismes.

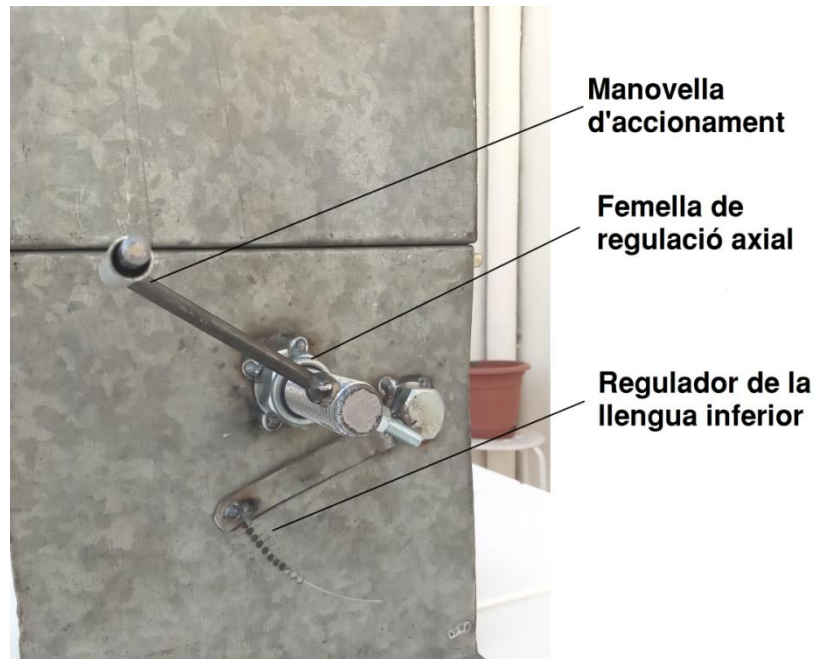
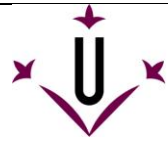


Figura 75. Mecanismes d'utilització i regulació del banc de proves. **Font:** Pròpia

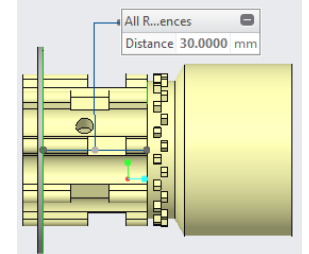
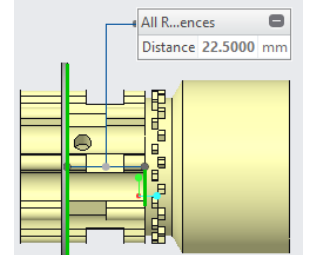
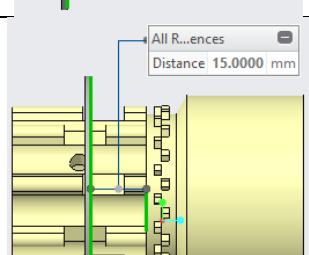
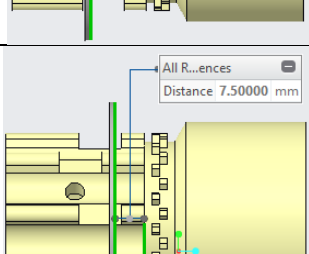
1.9.3. Proves realitzades amb el dosificador

Per la realització de les proves amb el dosificador de la casa Solà, s'ha adquirit unes quantitats petites de quatre tipus de llavors diferents.

- Ordi de la classe asteroid
- Blat de la classe xambó
- Veça comuna
- Pèsol de la classe enduro

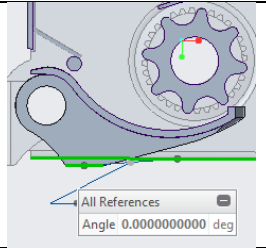
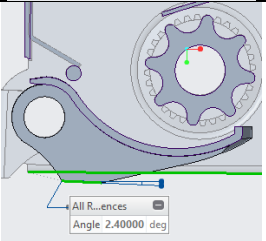
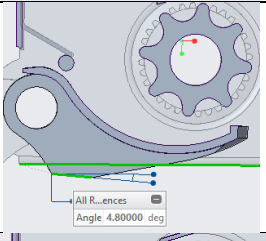
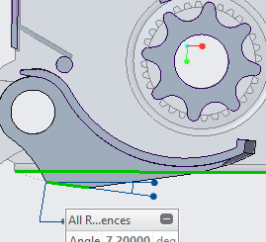
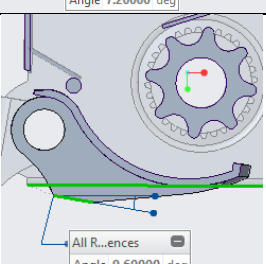
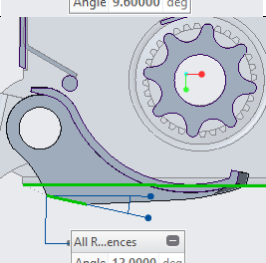
Pel que fa a la regulació axial de la roda dentada, s'ha establert les següents posicions dividint el desplaçament total en quatre parts:

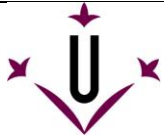
Taula 3. Posicions de la roda dentada per fer les proves. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició (mm)	Esquema
1	30	
3/4	22,5	
1/2	15	
1/4	7,5	

La regulació de la llengua inferior s'establirà en diferents posicions separades 2,4^o entre cadascuna. La primera posició serà amb la llengua en posició tancada, es a dir, la llengua pràcticament en contacte amb la roda dentada.

Taula 4. Posicions de la llengua inferior per fer les proves. **Font:** Pròpia

Punt enclavament	Posició (º)	Esquema
1	0	
2	2,4	
3	4,8	
4	7,2	
5	9.6	
6	12	

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 64 de 80

A continuació es descriu el procediment detallat que s'ha seguit per realitzar les proves:

Les proves del dosificador consistiran en fer girar la roda dentada un número determinat de voltes, amb l'objectiu de pesar la quantitat de llavor que surt pel dosificador. Aquestes proves es repetiran per tots els tipus de llavors que disposem i amb totes les regulacions possibles que ens ofereix el dosificador.

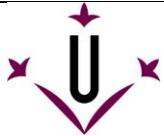
S'ha establert la quantitat de 100 voltes a realitzar en cada prova. Si la regulació fa que el dosificador llenci molta quantitat de llavor, i no es disposi de suficient llavor per fer 100 voltes, les voltes es rebaixaran a 50.

S'estableix que per cada regulació es faran un mínim de 3 series, anotant la massa obtinguda en cadascuna, amb el fi de calcular la massa mitjana. D'aquesta manera disminuïrem possibles errors en les mesures de la massa i en el número de voltes que s'ha fet. Si es veu que les mesures divergeixen molt entre elles, es farà una 4 mesura.

També s'anotarà en cada tipus de regulació, si hi ha grans que surten disparats lateralment o no. Això ens servirà per decidir quina obertura de la llengua s'utilitza en cada tipus de llavor.



Figura 76. Imatge d'una de les proves fetes amb el dosificador. **Font:** Pròpia

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 65 de 80

Per tal de fer les mesures de la llavor, s'utilitza una safata de cartró i una balança de cuina mecànica, amb una precisió de 5 grams.



Figura 77. Mesura de la massa de llavor d'una de les proves. **Font:** Pròpia

1.9.4. Càlculs del dosificador provat

Amb les dades obtingudes a les proves anteriors, es procedirà a calcular la quantitat de llavor que surt pel dosificador en cada regulació possible. Per fer-ho farem els càlculs següents:

$$\text{Massa mitjana en brut} = \frac{M1 + M2 + M3}{N^{\circ} \text{ de mesures}}$$

Massa mitjana en brut: Mitjana aritmètica de les 3 mesures per cada regulació (opcionalment 4 mesures). [Kg]

M: Masses de cada sèrie obtingudes directament de la balança. [Kg]

Nº de mesures: Número de mesures realitzades, en aquest cas, 3.


$$\text{Massa} = \text{Massa mitjana en brut} - \text{Tara safata}$$

Massa: Massa mitjana neta. [Kg]

Tara safata: Massa de la safata buida. [Kg]

$$\text{Relació voltes quilogram} = \frac{\text{Voltes}}{\text{Massa}}$$

Relació voltes quilogram: Quantitat de voltes que s'ha de fer amb un dosificador per llençar un quilogram de llavor. [Rev/Kg]

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 66 de 80

Voltes: Revolucions realitzades en aquella sèrie. En el cas que ens ocupa, 100 o 50. [Rev]

A partir d'aquests resultats, s'ha realitzat dos tipus de càlculs per tal de poder dissenyar la transmissió de la màquina de sembrar.

i) Càlcul de la relació de reducció

El primer és un càlcul de la relació de transmissió que necessitem per tal de sembrar una quantitat determinada de llavor. En aquest cas, la relació que es calcularà serà la relació de reducció entre la roda motriu i l'arbre que actuarà als dosificadors.

$$P = \pi i * D$$

P: Perímetre del pneumàtic motriu de la sembradora. [m/rev]

D: Diàmetre del pneumàtic motriu de la sembradora. [m]

$$L \text{ dosificador} = \frac{Ha}{D \text{ línies}}$$

L dosificador: Distància que faria un dosificador per sembrar una hectàrea. [m/ha]

Ha: Metres quadrats que té una hectàrea. [m²]

D línies: Distància entre línies de sembra. [m]

$$L \text{ sembradora} = \frac{L \text{ dosificador}}{N^{\circ} \text{ línies de sembra}}$$

L sembradora: Distància que recorrerà la sembradora per sembrar una hectàrea. [m/ha]

Nº línies de sembra: Número de línies de sembra que té la màquina de sembrar.


$$\text{Voltes pneumàtic} = \frac{L \text{ sembradora}}{P}$$

Voltes pneumàtic: Voltes que realitzarà el pneumàtic per sembrar una hectàrea. [Rev/ha]

$$\text{Relació voltes ha} = \text{Relació voltes quilogram} * \text{Quantitat}$$

Relació voltes ha: Quantitat de voltes que faria un dosificador per fer una hectàrea. [Rev/ha]

Quantitat: Quantitat de llavor que es desitja sembrar. [Kg/ha]

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 67 de 80

$$\text{Relació voltes ha sembradora} = \frac{\text{Relació voltes ha}}{N^{\circ} \text{ línies de sembra}}$$

Relació voltes ha sembradora: Quantitat de voltes que farà l'arbre dels dosificadors de la sembradora per fer una hectàrea. [Rev/ha]

$$\text{Relació de reducció} = \frac{\text{Voltes pneumàtic}}{\text{Relació voltes ha sembradora}}$$

Relació de reducció: Relació de reducció entre l'arbre dels dosificadors i la roda motriu.

Es poden trobar els càlculs de les relacions de reducció obtingudes a l'annex 2.1.

ii) Càlcul de la quantitat de llavor sembrada

El segon càlcul és l'invers del primer, la quantitat de llavor que sembrarem per a una determinada relació de reducció.

$$\text{Quantitat} = \frac{\text{Voltes pneumàtic} * N^{\circ} \text{ línies de sembra}}{\text{Relació voltes quilogram} * \text{Relació de reducció}}$$

Es poden trobar els càlculs de la quantitat de llavor sembrada a l'annex 2.2.

1.9.5. Càlcul de les relacions de transmissió

Per tal de calcular les relacions de transmissió necessària entre la roda motriu i l'arbre dels dosificadors, utilitzarem la fulla de càlcul obtinguda a partir de l'apartat 1.9.4.i, que es troba a l'annex 2.1.

Les dades d'entrada per fer el càlcul de les relacions de reducció son:

- i) Dades referents a la màquina:
 - Número de línies de sembra = 8
 - Amplada entre línies de sembra (m) = 0,16
 - Diàmetre pneumàtic (m) = 0,25 (mateix pneumàtic utilitzat per tapar la línia de sembra)
- ii) Quantitat de sembra mitjana considerada per cada tipus de llavor:
 - Ordi (Kg/ha) = 160
 - Blat (Kg/ha) = 200
 - Veces (Kg/ha) = 50
 - Pèsols (Kg/ha) = 225

Els resultat obtinguts de la fulla de càlcul son els següents:

- Ordi

Taula 5. Relacions de reducció obtingudes amb l'ordi. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Relació de reducció
1	2	SI	7,411
1	3	NO	7,941
1	4	NO	8,331
1	5	NO	8,754
3/4	2	SI	5,297
3/4	3	NO	5,537
3/4	4	NO	5,794
3/4	5	NO	6,217
1/2	2	SI	3,995
1/2	3	NO	4,186
1/2	4	NO	4,402
1/2	5	NO	4,594
1/4	2	SI	2,354
1/4	3	NO	2,545
1/4	4	NO	2,719
1/4	5	NO	2,916

- Blat

Taula 6. Relacions de reducció obtingudes amb blat. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Relació de reducció
1	2	SI	7,281
1	3	NO	7,586
1	4	NO	7,659
1	5	NO	7,818
3/4	2	SI	5,192
3/4	3	NO	5,365
3/4	4	NO	5,444
3/4	5	NO	5,610
1/2	2	SI	3,952
1/2	3	NO	4,025
1/2	4	NO	4,112
1/2	5	NO	4,218
1/4	2	SI	2,474
1/4	3	NO	2,613
1/4	4	NO	2,679
1/4	5	NO	2,765

- Veces


Taula 7. Relacions de reducció obtingudes amb les veces. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Relació de reducció
1	2	SI	35,439
1	3	NO	37,667
1	4	NO	39,577
1	5	NO	41,579
3/4	2	SI	26,048
3/4	3	NO	27,056
3/4	4	NO	28,489
3/4	5	NO	29,722
1/2	2	SI	18,303
1/2	3	NO	19,629
1/2	4	NO	20,531
1/2	5	NO	22,083
1/4	2	SI	11,698
1/4	3	NO	12,494
1/4	4	NO	13,051
1/4	5	NO	14,702

- Pèsols

Taula 8. Relacions de reducció obtingudes amb els pèsols. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Relació de reducció
1	3	SI	7,899
1	4	SI	8,347
1	5	NO	8,924
1	6	NO	9,655
3/4	3	SI	5,175
3/4	4	SI	5,541
3/4	5	NO	5,954
3/4	6	NO	6,543
1/2	3	SI	3,519
1/2	4	SI	3,849
1/2	5	NO	4,125
1/2	6	NO	4,769
1/4	3	SI	1,857
1/4	4	SI	2,051
1/4	5	NO	2,269
1/4	6	NO	2,666

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 70 de 80

A totes les taules s'ha marcat amb verd les posicions òptimes de la llengua inferior per cada posició d'obertura de la roda dentada. Per fer-ho, s'han utilitzat els criteris següents:

- Els grans no han de sortir disparats pel lateral del dosificador.
- A mesura que augmenta l'obertura de la llengua inferior, les diferents mesures de massa dins la mateixa regulació son més canviants.
- A més, el moviment vibratori que provoca el transport de la màquina quan no sembra, podria provocar la caiguda de llavor a través del dosificador quan l'obertura de la llengua és lleugerament gran.

Si ens fixem en els resultats de l'ordi, el blat i els pèsols, podem observar que en un rang de relació de reducció entre 4 i 5, podem aconseguir la quantitat desitjada de llavor amb posicions de roda dentada intermèdies.

Per altra banda, si ens fixem en els resultats de les veces, les relacions de reducció intermèdies van de 20 a 30.

Per disminuir una mica la diferència entre unes relacions i les altres, tenint en compte que les veces tenen una mida de llavor mes petita que la resta, podem considerar que s'utilitzaran les posicions de roda dentada més tancades. Per tant, considerem una relació de reducció de 13 per a les llavors de mida petita. Si es desitja disminuir la quantitat de sembra, hi ha la possibilitat d'utilitzar la roda dentada en posició 0, es a dir, tancada del tot. En aquesta posició, la roda té unes dents per a llavor de mida molt petita.

Amb tots aquest resultats, la relació de reducció que es preveu entre la roda motriu de la transmissió i els arbres dels dosificadors, ha d'anar des de 4 fins a 13. Per tal que el sal d'una relació a l'altra no sigui tan gran, es considera dissenyar una transmissió amb tres relacions diferents. La relació intermèdia es preveu al punt mig entre 4 i 13, es a dir, una relació de reducció de 8,5.

Considerant aquestes tres relacions i utilitzant els càlculs de l'apartat xxx, muntats en la fulla de càlcul de l'annex xxxx, s'ha calculat la quantitat de llavor sembra per hectàrea amb cada tipus de llavor.

Els resultats obtinguts son els següents:

- Ordi

Taula 9. Quantitats de sembra obtingudes amb ordi. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Kg/ha (V1)	Kg/ha (V2)	Kg/ha (V3)
1	2	SI	296,426	139,495	91,208
1	3	NO	317,647	149,481	97,737
1	4	NO	333,231	156,814	102,533
1	5	NO	350,141	164,772	107,736
3/4	2	SI	211,875	99,706	65,192
3/4	3	NO	221,491	104,231	68,151
3/4	4	NO	231,769	109,068	71,314
3/4	5	NO	248,680	117,026	76,517
1/2	2	SI	159,818	75,209	49,175
1/2	3	NO	167,444	78,797	51,521
1/2	4	NO	176,065	82,854	54,174
1/2	5	NO	183,774	86,482	56,546
1/4	2	SI	94,167	44,314	28,974
1/4	3	NO	101,793	47,903	31,321
1/4	4	NO	108,756	51,179	33,463
1/4	5	NO	116,631	54,885	35,886

- Blat

Taula 10. Quantitats de sembra obtingudes amb blat. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Kg/ha (V1)	Kg/ha (V2)	Kg/ha (V3)
1	2	SI	364,067	171,326	112,021
1	3	NO	379,319	178,503	116,714
1	4	NO	382,967	180,220	117,836
1	5	NO	390,924	183,964	120,284
3/4	2	SI	259,622	122,175	79,884
3/4	3	NO	268,242	126,232	82,536
3/4	4	NO	272,221	128,104	83,760
3/4	5	NO	280,511	132,005	86,311
1/2	2	SI	197,617	92,996	60,805
1/2	3	NO	201,265	94,713	61,928
1/2	4	NO	205,575	96,741	63,254
1/2	5	NO	210,880	99,238	64,886
1/4	2	SI	123,677	58,201	38,054
1/4	3	NO	130,640	61,477	40,197
1/4	4	NO	133,955	63,038	41,217
1/4	5	NO	138,266	65,066	42,543

- Veces


Taula 11. Quantitats de sembra obtingudes amb veces. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Kg/ha (V1)	Kg/ha (V2)	Kg/ha (V3)
1	2	SI	442,981	208,462	136,302
1	3	NO	470,833	221,569	144,872
1	4	NO	494,707	232,803	152,217
1	5	NO	519,740	244,584	159,920
3/4	2	SI	325,604	153,226	100,186
3/4	3	NO	338,204	159,155	104,063
3/4	4	NO	356,109	167,581	109,572
3/4	5	NO	371,527	174,836	114,316
1/2	2	SI	228,785	107,664	70,395
1/2	3	NO	245,364	115,465	75,497
1/2	4	NO	256,637	120,771	78,965
1/2	5	NO	276,034	129,899	84,934
1/4	2	SI	146,224	68,811	44,992
1/4	3	NO	156,171	73,492	48,053
1/4	4	NO	163,134	76,769	50,195
1/4	5	NO	183,774	86,482	56,546

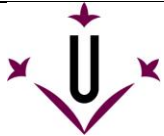
- Pèsols

Taula 12. Quantitats de sembra obtingudes amb pèsols. **Font:** Pròpia

Obertura roda dentada	Posició llengua (punt)	Grans disparats	Kg/ha (V1)	Kg/ha (V2)	Kg/ha (V3)
1	3	SI	444,308	209,086	136,710
1	4	SI	469,507	220,945	144,464
1	5	NO	502,001	236,236	154,462
1	6	NO	543,116	255,584	167,113
3/4	3	SI	291,121	136,998	89,576
3/4	4	SI	311,678	146,672	95,901
3/4	5	NO	334,889	157,595	103,043
3/4	6	NO	368,046	173,198	113,245
1/2	3	SI	197,949	93,152	60,907
1/2	4	SI	216,517	101,890	66,621
1/2	5	NO	232,018	109,185	71,390
1/2	6	NO	268,242	126,232	82,536
1/4	3	SI	104,445	49,151	32,137
1/4	4	SI	115,387	54,300	35,504
1/4	5	NO	127,656	60,073	39,279
1/4	6	NO	149,954	70,566	46,140

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 73 de 80

De la mateixa manera que en les taules de les relacions de reducció, s'ha marcat amb verd les posicions òptimes de la llengua inferior per cada posició d'obertura de la roda dentada.

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 74 de 80

1.10. Sistema de transmissió

1.10.1. Disseny conceptual del sistema de transmissió

Per fer el disseny de la transmissió, a part de les relacions de reducció obtingudes en l'apartat anterior, tindrem en compte els següents factors:

- Espai físic on s'ha de muntar.
- Distància entre els arbres de transmissió.
- Possibilitat de desconexió de la transmissió.
- Relació de transmissió independent per cada arbre de dosificadors.
- Assegurar una transmissió fiable.
- Minimitzar el manteniment.

També influeix molt en el disseny del sistema de transmissió, el disseny inicial de la màquina. Les rodes que recolzen la màquina al terra, van muntades a una braç que bascula entre dos posicions. Aquest braç es preveu que es pugui accionar mecànicament, i es pugui fixar el qualsevol de les dos posicions.

Una de les posicions és amb la roda alta, o posició de treball. D'aquesta manera els braços de sembra estan recolzats a terra, preparats per sembrar. També s'utilitza aquesta posició per al transport, si la màquina va enganxada als tres punts del tractor. La màquina s'eleva amb els tres punts i les rodes deixen de tocar al terra.

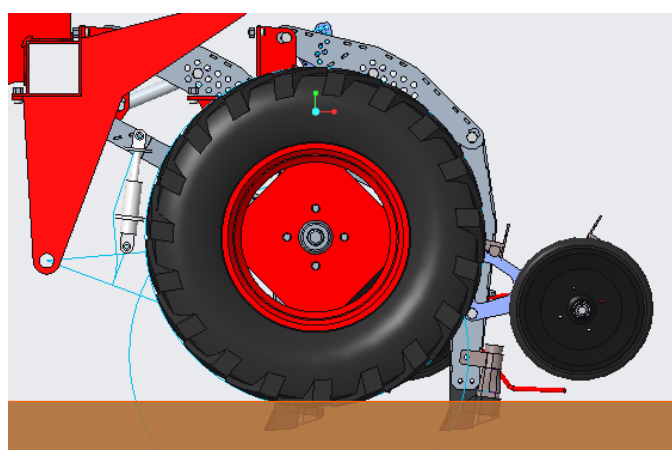


Figura 78. Posició alta de la roda principal de la màquina. Els braços de sembra es claven a terra. **Font:** Pròpia

L'altra posició és amb la roda baixa, o posició de remolc. D'aquesta manera, els braços queden en posició elevada.

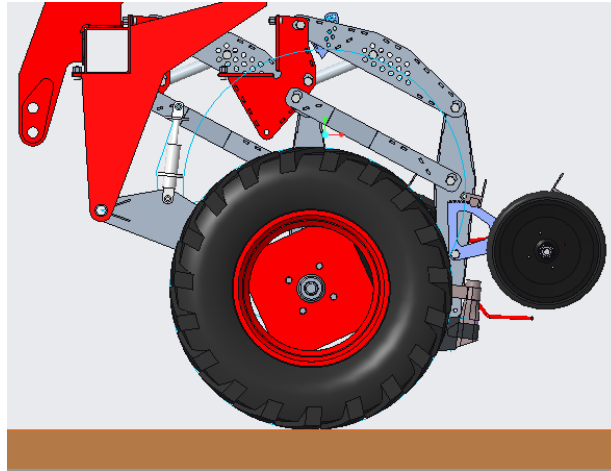
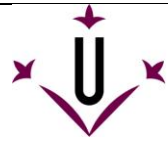


Figura 79. Posició baixa de la roda principal de la màquina. Els braços de sembra queden enlairats. **Font:** Pròpia

Tenint en compte aquestes dos posicions, es preveu que la transmissió es farà mitjançant el contacte d'una roda primària amb una de les rodes principals de la màquina. D'aquesta manera, en la posició baixa, la roda primària quedarà separada i es produirà la desconexió de la transmissió, necessària per poder remolcar la màquina. En la posició alta, les dos rodes quedaran en contacte i es transmetrà el gir de la roda principal cap a la roda primària de la transmissió.

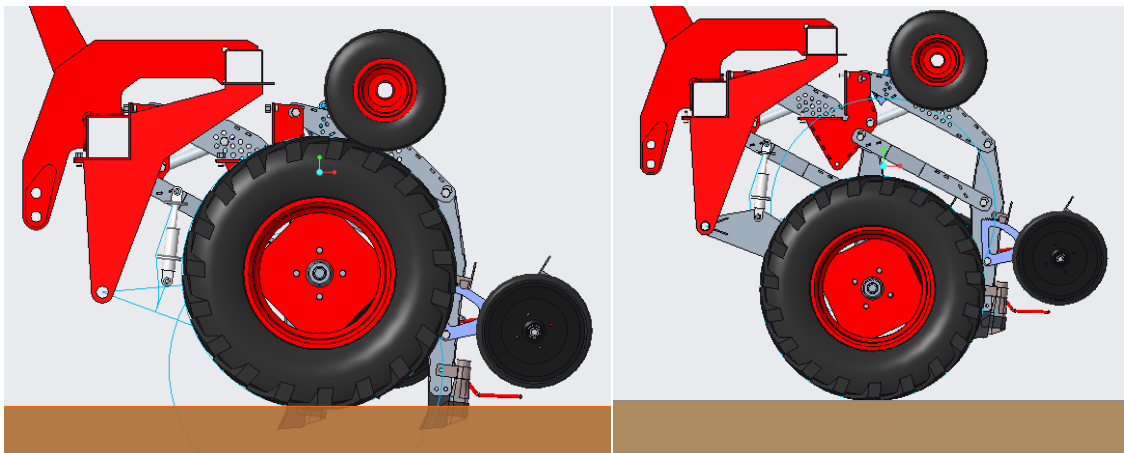
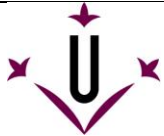


Figura 80. A l'esquerra, contacte entre les dos rodes amb la posició alta. A la dreta, separació entre les dos rodes amb la posició baixa. **Font:** Pròpia

	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 76 de 80

La primera etapa de la transmissió entre la roda principal de la màquina i la roda primària, no afecta a la relació de transmissió, ja que les velocitats tangencials al perímetre d'una roda, respecte al seu centre, son totes iguals. La única afectació que té és la inversió del sentit de gir. Per tant, a efectes de càlcul, es considera com a relació de reducció només la transmissió des de la roda primària fins a els arbres dels dosificadors.

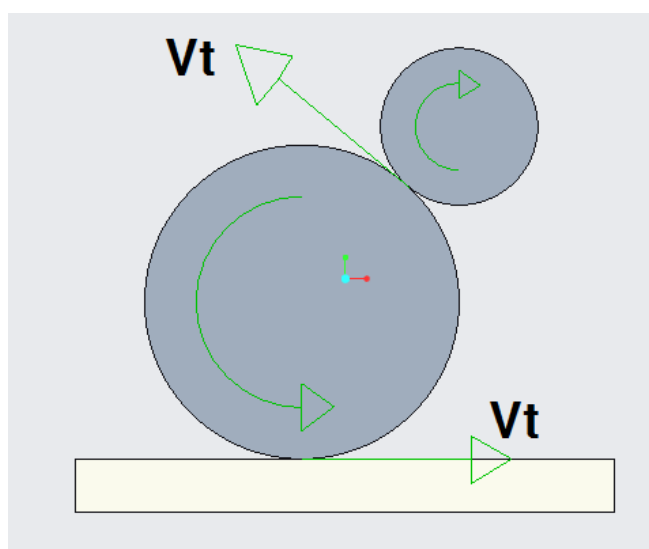



Figura 81. Esquema de la inversió de gir entre una roda i l'altra. Totes les velocitats tangencials de la roda principal amb referència a la màquina son iguals. **Font:** Pròpia

Per falta de temps el disseny de la transmissió no es du a terme. Per fer-lo, es necessita tenir clar com anirà la transmissió, ja que el fet de muntar una roda de contacte damunt la roda principal de la màquina, contradiu en part el requeriment de fer una màquina compacta que es pugui utilitzar en cultius arboris. La intenció que s'ha plantejat de dissenyar un sistema de transmissió de corretja dentada, amb dos o tres etapes des de la roda primària fins l'arbre de dosificació, provoca ocupar molt espai a la part esquerra de la màquina, ja que les politges que s'haurien d'utilitzar per aconseguir les relacions de transmissió necessàries, son bastant grans. A més, el fet de tenir dos rodes en contacte podria provocar errades en la transmissió, ja sigui per branques que s'enganxen o per culpa del fang que es pugui pegar a la roda principal.


De tota manera, sigui com sigui el disseny final, es disposa de les fulles de càlcul dels annexos 2.1. i 2.2. En aquests annexos, variant el diàmetre de la roda motriu de la transmissió, s'aconsegueix directament les relacions de reducció necessàries i les quantitats de sembra de la màquina.

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 77 de 80

1.11. Conclusions

Les principals conclusions que s'extreu al final del projecte després de valorar els resultats obtinguts son:

- i) El disseny de la tremuja obtinguda té un bon grau d'acabats i compleix amb els requeriments que es demanava. El seu procés de fabricació està clar i definit al detall.
- ii) El banc de proves construït i les proves realitzades amb el dosificador, han estat perfectament útils per aconseguir els paràmetres de funcionament de la transmissió.
- iii) Per falta de temps, no s'ha pogut arribar a fer el disseny de la transmissió. Tan sols s'ha plantejat quines relacions ha de tenir la màquina.
- iv) La parametrització de conjunts constructius i de les seves peces, és una eina amb una complexitat d'utilització considerable, però totalment útil per poder fer canvis en els dissenys d'una forma àgil.
- v) Ja a la finalització del projecte, s'ha observat un detall del disseny de la tremuja que no compleix amb els requeriment mínims de seguretat exigits. L'encaix de la tapa amb la tremuja presenta risc de tall o atrapament en el cas d'un tancament sobtat (efecte guillotina). Es proposa substituir el cable de final de carrera i les armelles de subjecció, per dos cilindres de gas a pressió (tipus maleter automòbil), que procurin una baixada progressiva.

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 78 de 80

1.12. Bibliografia

Alfaro García, M. D. (2014). Evaluación de sembradoras para la siembra directa de soja. (Tesi Doctoral, Universidad de la República, Facultad de Agronomía).

Gaibor Velasco, A. E., & Quillupangui López, J. J. (2018). *Diseño e implementación de una máquina para la siembra de quinua* (Bachelor'sthesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).

Mogorrón C. H. (2016). Siembra directa, mínimolaboreo y laboreo en bandas. Interempresas. [En línea]

Porras Jiménez, G. F., & Gavilanes Toapanta, R. C. (2018). *Diseño y construcción de una sembradora de papas de dos hileras con un sistema de dosificación de fertilizante* (Bachelor'sthesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).

Salvá Ramos, L. A. (2016). *Diseño de una máquina sembradora de semillas de quinua con capacidad de 01 Ha/h traccionada por un tractor agrícola de 55 HP*. (Tesi Doctoral. Pontifica Universidad Católica del Perú).

i) Webgrafia

<https://www.tractoresymaquinas.com/tipos-de-sembradoras-agricolas/>

<https://www.larrosa-arnal.com/blog/siembra-directa-siembra-tradicional/>

<https://www.kuhn.es/cultivos-extensivos/abonadoras/abonadoras-suspendidas/mds-2>

<https://solagrupo.com/ca/pr/sembradores-mecaniques/tri-194-294-TRI..194/294-7>


<https://www.interempresas.net/Deformacion-y-chapa/Articulos/232340-Conceptos-basicos-del-plegado-de-chapa.html>

<https://webcatalog.epidor.com/es/category/pasador-din-94-abierto-id-31435>

<http://www.farnell.com/datasheets/1694931.pdf>

<https://www.kipp.es/es/es/Productos/Elementos-de-mando-Elementos-est%C3%A1ndar/Articulaciones/Perno-con-agujero-para-chaveta-partida-adecuado-para-cabezas-de-horquilla.html>

<https://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2019/04/Proceso-de-remachado-pop.jpg>


 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 79 de 80

<https://www.e-medida.es/numero-16/existe-una-magnitud-fisica-denominada-par-de-torsion-cuya-medicion-es-esencial/>

<https://www.mipanelinox.com/acero-inoxidable-satinado/8-chapa-acero-inoxidable-satinado-rectangular.html>

ii) Programari utilitzat

- Disseny i plànols: CREO Paramètric 5.0.4.0
- Processador de text: Microsoft office Word 2007
- Fulla de càlcul: Microsoft office Excel 2007
- Document final: Adobe Acrobat Reader DC

 Universitat de Lleida Escola Politècnica Superior	DISSENY DE LA TREMUJA I SISTEMA DE DOSIFICACIÓ D'UNA SEMBRADORA A RAIG PER A SEMBRA DIRECTA	
	Autor: Marc Bargués Sentís	
	Treball Final de Grau (Memòria)	Pàgina: 80 de 80